



**DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal
Villeta-La Vega con el corregimiento de Tobia perteneciente
al municipio de Nimaima localizado en el departamento de
Cundinamarca, Colombia.**

PRESENTADO POR

AMY MUÑOZ MORALES CÓDIGO: 506180

JONATHAN ANDRÉS TOVAR CÓDIGO: 506030

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA (O) CIVIL.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2020

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------



DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.

PRESENTADO POR

AMY MUÑOZ MORALES CÓDIGO: 506180

JONATHAN ANDRÉS TOVAR CÓDIGO: 506030

DIRECTOR

ING. JAVIER VALENCIA SIERRA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2020

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

DEDICATORIA

Jonathan Andrés Tovar Rodríguez.

Inicialmente quiero dedicarle este trabajo a Dios, por darme la oportunidad, salud, vida y sabiduría, que me ha regalado a pesar de todas las adversidades presentadas a lo largo de la carrera.

A mi familia, amigos y todas la personas que me han brindado su apoyo en este camino profesional, a mis padres Marly Janeth Rodríguez y José William Tovar Ocampo, que a sus sacrificios y educación en mi infancia, lograron brindarme algo importante, valores y principios, a mis hermanas Angie Valentina Tovar y Linda Michiell Tovar a ellas quiero agradecerles por brindarme todo su apoyo y cariño, a mi amigo Andrés Pierotti, por sus buenos deseos desde el inicio y hasta el final de mi carrera y en especial a mi compañera de trabajo de grado, Amy Muñoz Morales, por su paciencia, amor, dedicación a este trabajo de grado y también por apoyarme en los momentos más difíciles de mi carrera.

Amy Muñoz Morales.

Quiero dedicar este trabajo a Dios, por traer a mi vida tantas oportunidades y personas que me han ayudado directa o indirectamente durante mi vida, a realizar cada una de mis metas.

A mi mama y abuelo, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida, me han brindado todo su apoyo, amor y comprensión, gracias a ellos he logrado todo en mi vida.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobía perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

AGRADECIMIENTOS

Inicialmente queremos agradecerle a Dios, por darnos la sabiduría de enfrentar todos los inconvenientes presentados en el transcurso del trabajo de grado, también por darnos la vida y salud para culminar esta etapa como Ingeniera civil e Ingeniero civil.

A nuestro director de trabajo de grado, el ingeniero Javier Valencia por brindarnos toda su sabiduría y experiencia, para el desarrollo del trabajo de grado y su paciencia para enseñarnos.

Al ingeniero Heberto Rincón Rodríguez, también por brindarnos sus conocimientos y tener las puertas abiertas de su oficina para atender cualquier duda, con la mayor amabilidad y hospitalidad posible.

Al ingeniero Guillermo Cortez, por enseñarnos las bases fundamentales de Vías y Transporte.

A todos nuestros compañeros con los cuales cursamos nuestra carrera, ya que aprendimos el valor que tiene el trabajo en equipo.

A la universidad Católica de Colombia por brindarnos las herramientas para el desarrollo del trabajo de grado, a pesar de la situación que se afronta a nivel mundial.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

NOTA DE ACEPTACIÓN:

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO



La presente obra está bajo una licencia:
Atribución 2.5 Colombia (CC BY 2.5)
Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/co/>

Usted es libre de:

- Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas
- hacer un uso comercial de esta obra



Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
1. PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO.....	4
1.1. TÍTULO.....	4
1.2. ALTERNATIVA.....	4
1.3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.	4
1.4. EJE TEMÁTICO.	4
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	6
2.1. ANTECEDENTES.	6
2.2. JUSTIFICACIÓN.	8
3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	11
3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
4. OBJETIVOS	15
4.1. GENERAL.	15
4.2. ESPECÍFICOS.	15
5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	16
5.1. ALCANCES.....	16
5.2. LIMITACIONES.....	16
6. MARCO DE REFERENCIA.....	17
6.1. MARCO TEÓRICO.....	17
6.2. MARCO CONCEPTUAL.....	20
6.3. MARCO NORMATIVO.....	21
6.4. MARCO GEOGRÁFICO.....	22
6.5. ESTADO DEL ARTE.	24
7. METODOLOGÍA.....	26
8. CRONOGRAMA	28
9. INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO.....	30
10. PRESUPUESTO.....	31
11. ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN.	32
12. DESARROLLO PRÁCTICO DEL PROYECTO.....	33
12.1. CONSULTA CATASTRAL.....	33

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

12.2. CATEGORIZACIÓN VIAL.	37
12.3. GEOMETRÍA DE LA VÍA.	39
12.3.1. DISEÑO HORIZONTAL EXISTENTE.	39
12.3.2. DISEÑO VERTICAL EXISTENTE.	57
12.4. ANÁLISIS DE TRÁNSITO.	65
12.4.1. AFORO VEHICULAR.	66
12.4.2. CALCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO.	73
12.4.3. CALCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES.	74
12.4.4. CÁLCULO DEL TRÁNSITO FUTURO.	77
12.5. RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO.	79
12.5.1 GEOLOGÍA DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.	79
12.5.2 RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DEL ÁREA CORRESPONDIENTE A LA VÍA EN ESTUDIO.	80
12.5.3 RECONOCIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SUELOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.	82
12.5.4. HIDROGRAFÍA EN LA ZONA DE ESTUDIO.	87
12.6. INSPECCIÓN VISUAL.	88
12.6.1. FORMATO ESTADO DE LA VÍA.	90
12.6.2. FORMATO DE HIDROLOGÍA.	91
12.6.3. FORMATO OBRAS DE ARTE.	92
12.6.4. INSPECCIÓN DE SEÑALES DE TRÁNSITO.	93
12.7. DIAGNOSTICO VIAL.	94
12.7.1. TRAMO NÚMERO 1.	94
12.7.2. TRAMO NÚMERO 2.	97
12.7.3. TRAMO NÚMERO 3.	100
12.7.4. TRAMO NÚMERO 4.	103
CONCLUSIONES.	107
RECOMENDACIONES.	109
REFERENCIAS.	111
ANEXOS.	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Administración del corredor en estudio.....	6
Ilustración 2. Historia Tobia.	8
Ilustración 3. Estado actual de la vía Villeta-Tobia.....	9
Ilustración 4. Distribución de la red vial en Colombia.....	11
Ilustración 5. Distribución de la red vial por competencia.	12
Ilustración 6. Censo nacional 2018.	13
Ilustración 7. Ubicación de Tobia en Colombia.	22
Ilustración 8. Ubicación de Tobia en Cundinamarca.....	23
Ilustración 9. Caracterización Y localización del corredor vial en estudio.	23
Ilustración 10.....	36
Ilustración 11. Planimetría de la zona en estudio.....	45
Ilustración 12. Radios de curvatura.....	46
Ilustración 13. Altimetría de la vía en estudio.	57
Ilustración 14. Tipo de terreno de la vía en estudio.	61
Ilustración 15. Tipología vehicular a clasificar en los aforos.	66
Ilustración 16. Formula del tránsito promedio diario.	73
Ilustración 17. Mapa geológico de Cundinamarca.	80
Ilustración 18. Área y eje de la vía en la zona en estudio.	81
Ilustración 19. Área y eje de la vía, en la zona de estudio.	81
Ilustración 20. Capacidad de suelos.	82
Ilustración 21. Inspección visual en campo.....	88
Ilustración 22. Vista en planta, K0+000 – K1+500.	94
Ilustración 23. Vista perfil, K0+000 – K1+500.	95
Ilustración 24. Vista en planta, K1+500 - K3+000.....	97
Ilustración 25. Vista perfil, K1+500 - K3+000.....	97
Ilustración 26. Perdida de banca por erosión.....	99
Ilustración 27. Derrumbes por inestabilidad de talud.	99
Ilustración 28. Vista en planta, K3+000 - K4+500.....	100
Ilustración 29. Vista perfil, K3+000 - K4+500.....	101
Ilustración 30. Derrumbe por inestabilidad de talud.	102
Ilustración 31. Derrumbe por inestabilidad de Talud.....	102
Ilustración 32. Vista en planta, K4+500 - K6+204.....	104
Ilustración 33. Vista perfil, K4+500 - K6+204.....	104

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de velocidad de diseño de los tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo del terreno.....	19
Tabla 2. Normatividad vigente.	22
Tabla 3. Referentes de investigación de vías.	24
Tabla 4. Metodología de trabajo.	26
Tabla 5. Cronograma de actividades.	28
Tabla 6. Instalaciones, equipos y software, requerido.	30
Tabla 7. Presupuesto global.	31
Tabla 8. Entregas a realizar.....	32
Tabla 9. Predios lindantes a la vía.	33
Tabla 10. Datos generales de la vía.	37
Tabla 11. Descripción de la vía.....	37
Tabla 12. Criterios técnicos para la categorización vial.	37
Tabla 13. Matriz de categorización.	39
Tabla 14. Cuadro de coordenadas.....	41
Tabla 15. Cuadro de elementos de curvas horizontales.	47
Tabla 16. Coeficiente de fricción transversal máxima.....	51
Tabla 17. Radios mínimos para peralte máximo $e_{max} = 6\%$ y fricción máxima. ...	51
Tabla 18. Cálculo de velocidades instantáneas.....	52
Tabla 19. Parámetros establecidos para el radio y entre tangencia mínimos, para vías terciarias.....	53
Tabla 20. Cumplimiento de radios y entre tangencias.	54
Tabla 21. Cuadro de pendientes.....	57
Tabla 22. Pendiente Max. Terreno montañoso 8%	61
Tabla 23 Pendientes Encontradas en la vía.	65
Tabla 24. Días de aforo vehicular.	66
Tabla 25. Aforo vehicular día lunes.....	67


 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la Vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

Tabla 26. Aforo vehicular día miércoles.....	67
Tabla 27. Aforo vehicular día viernes.....	68
Tabla 28. Aforo vehicular día domingo.	68
Tabla 29. Cantidad y porcentaje de vehículos que pasaron en 4 días de aforo. ...	74
Tabla 30. Factor daño por tipo de vehículo.....	75
Tabla 31. Tránsito por adoptar para el diseño según el ancho de la calzada.	76
Tabla 32. Factores de daño por vehículos.	76
Tabla 33. Niveles de tránsito.	77
Tabla 34. Criterios para la implementación del proyecto tipo de mejoramiento de vía terciaria.	78
Tabla 35. Tasas promedio de crecimiento de tránsito.	78
Tabla 36. Numero de ejes equivalentes por año.....	79
Tabla 37. Geología de la zona de estudio.	82
Tabla 38. Tipo de suelos.....	83
Tabla 39. Formato del Estado de la Vía.....	90
Tabla 40 Formato de Hidrología.	91
Tabla 41. Formato de Localización de Obras de Arte.....	92
Tabla 42. Inventario señales de tránsito.	93

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Aforo vehicular día lunes.....	69
Gráfico 2. Aforo vehicular día miércoles.....	69
Gráfico 3. Aforo vehicular día viernes.....	70
Gráfico 4. Aforo vehicular día domingo.....	70
Gráfico 5: Porcentaje de vehículos día lunes.....	71
Gráfico 6. Porcentaje de vehículos día miércoles.....	71
Gráfico 7. Porcentaje de vehículos día viernes.....	72
Gráfico 8. Porcentaje de vehículos día domingo.....	72

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

INTRODUCCIÓN

El transporte a lo largo del tiempo se ha convertido en una necesidad para el ser humano, lo que ha llevado a buscar diferentes maneras de transportarse de un lugar a otro. Los primeros caminos que fueron construidos por el hombre, datan de hace 5000 mil años, después del descubrimiento de la rueda, gracias a esto surgió la necesidad de construir caminos de rodadura, estos caminos inicialmente se construyeron en base de piedra.

En el transcurso de los siglos se ha podido observar la evolución del transporte, en la actualidad se han implementado técnicas para el mejoramiento de las carreteras, con el fin de que sean seguras y cómodas en su movilidad. Colombia es un país que se encuentra en desarrollo y es importante resaltar que las carreteras influyen en el crecimiento socio económico del país.

Tobia es un corregimiento perteneciente al municipio de Nimaima, ubicado en el departamento de Cundinamarca, el acceso desde el sur del país se encuentra, desde la vía Villeta - La Vega. Este corregimiento es uno de los referentes para el ecoturismo en el departamento, ya que se practican algunos deportes como el canotaje, torrentismo y canopy, gracias a la fuerza del cauce del Rio Negro se ha generado una geografía ideal para los deportes extremos acuáticos. (1).

El tramo de la vía que ahora es objeto de estudio, se buscara realizar un diagnóstico técnico para determinar su estado actual, basándose en la recolección de datos de fuentes primaria y secundarias, criterios de diseño y con el desarrollo de la metodología propuesta, el corredor en estudio es una vía terciaria.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el corregimiento de Tobia perteneciente al municipio de Nimaima localizado en el departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

1. PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO.

1.1. TITULO.

Diagnóstico de la vía terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el corregimiento de Tobia perteneciente al municipio de Nimaima localizado en el departamento de Cundinamarca, Colombia.

1.2. ALTERNATIVA.

Trabajo de investigación.

1.3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.

La línea de investigación del presente trabajo se realiza bajo los lineamientos establecidos por la Universidad Católica de Colombia, enfocado en el área de conocimiento de vías y transporte, en la cual nos guiaremos para realizar el diagnóstico de la vía que conecta, la vía de primer orden Villeta – La Vega y el corregimiento de Tobia.

1.4. EJE TEMÁTICO.

El desarrollo vial de un país afecta de manera positiva o negativa los factores de tipo social, económico, político y físico, su función principal es conectar interna y externamente un territorio. Para generar crecimiento en cada uno de los factores mencionados, es de gran importancia que la red vial sirva en forma segura, cómoda y eficiente, en función de la demanda proyectada de transporte, en carreteras, principales, secundarias y terciarias.

Una sociedad que cuenta con infraestructuras en óptimas condiciones y un tráfico luido, se desarrolla con mejores condiciones sociales y económicas, generando

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	---------------------------

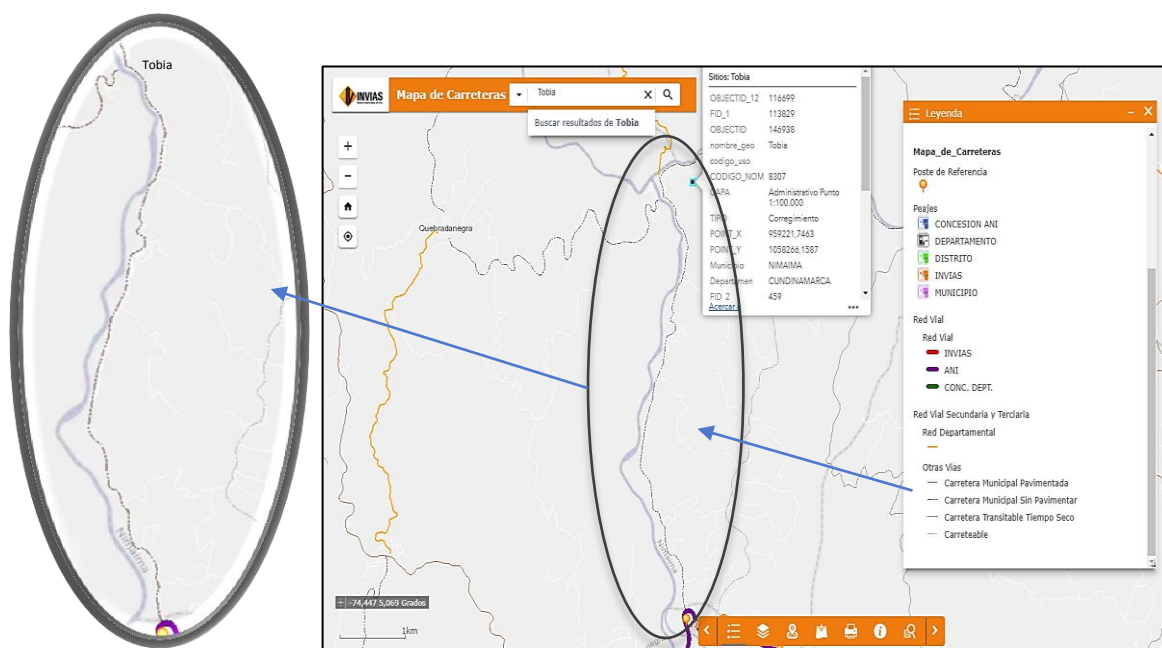
empleo y posicionando al país como punto estratégico de exportación, importación y también reduce los tiempos de transporte.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN


2.1. ANTECEDENTES.

Toda la información que se encuentra en este documento ha sido una recopilación de diferentes consultas realizadas, por medio de vía telefónica, web, artículos y manuales, algunas de las fuentes son, Alcaldía Municipal de Nimaima, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías – INVIAS, Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, entre otras, es importante resaltar que la vía en estudio no cuenta con datos libres, que permitan conocer, estudios y diseños realizados, para el trazado y construcción de la carretera, se consultara con el municipio por escrito, si es posible conocer detalles técnicos de la vía, de acuerdo a lo descrito en la primera fase de la metodología propuesta, ya que de acuerdo al mapa de carretas de INVIAS, la vía es administrada por el municipio y la mayor parte del tramo se encuentra en afirmado.

Ilustración 1. Administración del corredor en estudio.



Fuente: Instituto Nacional de Vías, INVIAS.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el corregimiento de Tobia perteneciente al municipio de Nimaima localizado en el departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

Con la información presentada en la imagen anterior, se puede evidenciar cual es el ente encargado de la vía en estudio y teniendo en cuenta los conceptos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, acerca de las carreteras veredales y/o caminos vecinales: “Son las carreteras que se encuentran bajo el control del INVIAS o de los municipios y conforman la red terciaria de carreteras” (2) y del libro Diseño Geométrico de Carreteras del ingeniero James Cárdenas Grisales sobre las carreteras terciarias: “Estas carreteras conectan a los municipios con sus zonas rurales o veredas entre sí, se encuentran generalmente en afirmado; en caso de que sea pavimentada deben cumplir con las condiciones geométricas de una vía secundaria.” (3), el corredor en estudio está dentro de la categoría de la red terciaria Nacional teniendo en cuenta los anteriores conceptos.

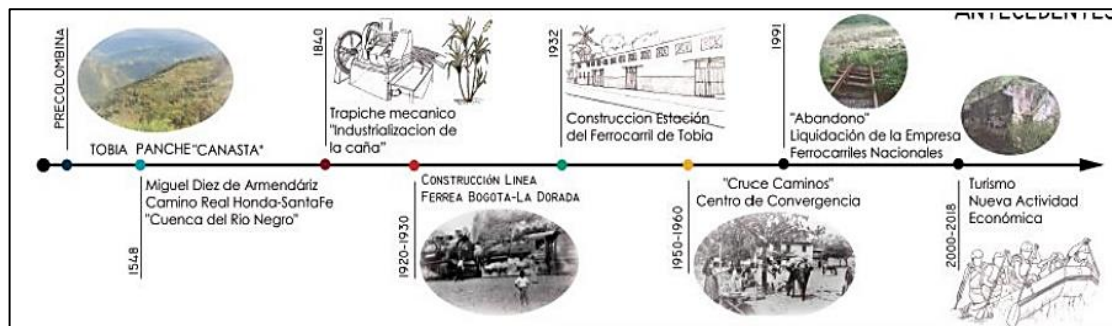
Aproximadamente entre los años 50 y 60, se construye la vía para vehículos entre Tobia y Villeta, en sus inicios era en forma de trocha, posteriormente se inicia la construcción de la Autopista Medellín que comunica a Bogotá con diferentes departamentos del norte país, paralelamente se construyó la vía que comunica el corregimiento de Tobia con la nueva autopista Medellín. (4). Actualmente en la vía en estudio se encuentra en la mayoría de su longitud en afirmado y se encuentra a cargo del municipio de Nimaima.

Tobia es un corregimiento del municipio de Nimaima, localizado en la región noroccidental de Cundinamarca, en la cordillera oriental de los Andes, fundada en el año 1939 en el día de San Pedro por el padre Aguilera Nava. A lo largo de su historia, su principal fuente de economía ha sido la producción y comercialización de panela, a partir del año 2000 el corregimiento de Tobia encuentra un nuevo ingreso económico el cual se basa en el ecoturismo, se ofrecen planes para deportes extremos, lo que lo convierte en un corregimiento turístico en el departamento (5).

Nimaima “Tobia”, está posicionado dentro de los municipios con mayor afluencia turística en el departamento, dentro de sus atractivos turísticos más importantes se encuentra el canotaje y Kayak, según el plan de desarrollo turístico de Cundinamarca en concesión con el Ministerio de Industria y Turismo. (6)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria QUE CONECTA A LA VÍA PRINCIPAL VILLETÁ-LA VEGA CON EL CORREGIMIENTO DE TOBIA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE NIMAIMA LOCALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.	FECHA: 2020
--	--	--------------------

Ilustración 2. Historia Tobia.



Fuente: file:///C:/Users/user/Downloads/ESTADO%20DE%20ARTE%202.pdf

2.2. JUSTIFICACIÓN.

Las carreteras se consideran como ejes articuladores de procesos de expansión económicos y de población, se clasifican por su función como primaria, secundaria y terciaria. La construcción de nuevas vías se hace generalmente para carreteras primarias, que se construyen con el fin de reducir costos del transporte y complementar la malla vial existente, no es usual que surja la necesidad de construir una carretera secundaria, generalmente este tipo de vía es el resultado de mejoramientos continuos a través de los años de carreteras terciarias, la necesidad de construir una carretera terciaria, básicamente para desarrollar zonas con gran potencial de producción y/o mejorar el bienestar de poblaciones que se encuentran carentes de vías terrestres.

Actualmente en Colombia más del 60% de las vías son rurales o terciarias (7). El mejoramiento o rehabilitación de estas vías, genera disminución en tiempos de operación del tránsito, de forma segura y cómoda, eliminado sitios críticos de accidentalidad originados por un mal trazado y/o deslizamientos de tierra, generando crecimiento económico para la población, ya sea porque es una zona turística y/o de producción.

Ilustración 3. Estado actual de la vía Villeta-Tobia



Fuente: Google Maps.

En la ilustración número 3, se puede observar, algunas imágenes del estado actual de la vía, se evidencian algunos problemas como la falta de mantenimiento, erosión a un costado de la carretera generado por el cauce del Rio Negro, cambio del ancho de la vía, entre otros problemas que serán identificados en el desarrollo del proyecto.

Por otra parte, el gobierno nacional de Colombia en el año 2017 anuncio una gran inversión económica de más de 1.3 billones de pesos que serán destinados para la rehabilitación y mejoramiento de las vías terciarias del país, a través de esto el gobierno busca reactivar la economía de las regiones y mejorar sus condiciones de movilidad (8).

De acuerdo con el plan de desarrollo de Cundinamarca (2016-2020), para el año 2020 la gobernación de Cundinamarca busca realizar el mejoramiento de más de 350000 m² de vías de tercer orden y realizar el mantenimiento periódico de 6000 km para vías de primer y segundo orden (9)

En el plan de desarrollo municipal “Mejores vías para Nimaima” del año 2016, su meta principal es la construcción, recuperación y mantenimiento de sus vías, en la

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

cual se destaca la construcción y mejoramiento de las obras de arte para vías secundarias y terciarias, las cuales conectan al municipio con sus veredas (10).

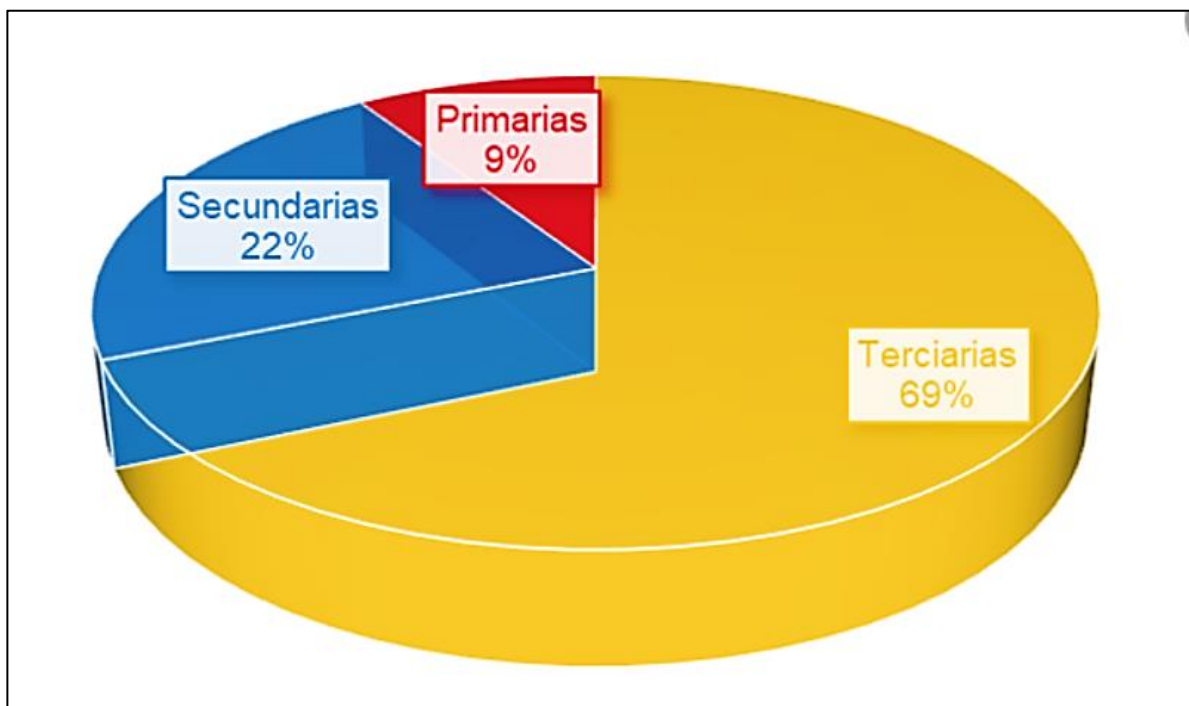
Teniendo en cuenta que el corregimiento de Tobia es un referente para el ecoturismo en el departamento de Cundinamarca, las inversiones económicas para las vías y conociendo el estado actual en el en que se encuentra el corredor vial a estudiar (la vía que conecta a Tobia con la vía Villeta – La Vega), se expone la importancia del proyecto de investigación, al investigar y realizar los estudios pertinentes, para brindar un diagnostico detallado de las problemáticas y a futuro tener una base clara para desarrollar el tipo de mejoramiento adecuado a las necesidades encontradas.

3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

En la ilustración número 4 del plan vial regional del ministerio de transporte se puede observar la distribución de la red vial en la nacional de Colombia en porcentaje.

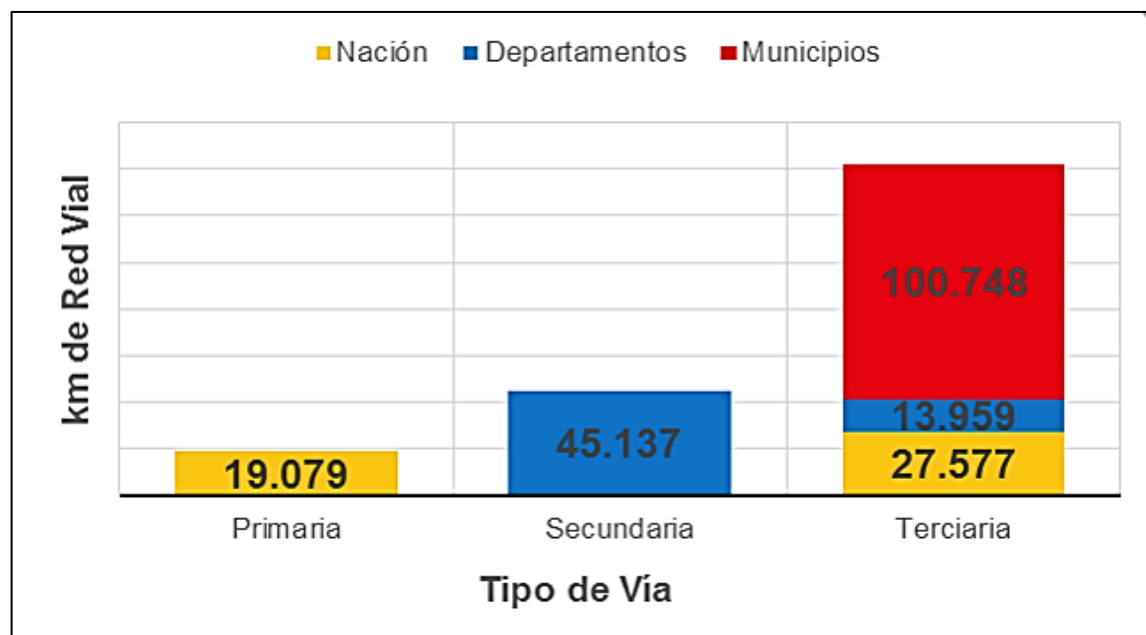
Ilustración 4. Distribución de la red vial en Colombia.



Fuente: Ministerio de transporte de Colombia.

El plan vial regional el cual fue creado por el gobierno nacional de Colombia, con el propósito de asistir al Ministerio de Transporte, para el desarrollo de los elementos necesarios, para ayudar a los departamentos en su gestión vial y de transporte (7)

Ilustración 5. Distribución de la red vial por competencia.

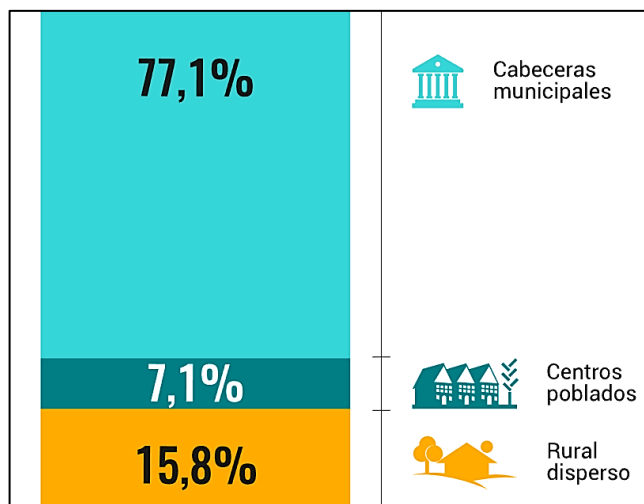


Fuente: Ministerio de transporte de Colombia

La Red primaria de carreteras con un total de 19079 km, se dividen en dos partes, la red concesiona a cargo de la ANI con 10155 km y la red vial no concesionada a cargo del INVIAS con un total de 8924 km, la red vial secundaria está a cargo de los departamentos con un total de 45137 km y la red terciaria con un total de 142284 km a cargo de la nación, departamentos y en su mayor parte por los municipios (7), con estos datos presentados es importante resaltar que en Colombia más del 60% de la red vial nacional se encuentran dentro de la categoría terciaria.

Según el último informe del DANE, sobre el censo nacional de población y vivienda 2018, en Colombia aproximadamente el 15.8 % de la población del país vive en zonas rurales (11), teniendo en cuenta la información del DANE se puede concluir que aproximadamente más de una décima parte de la población del país viven en zonas rurales y debido a esto se observa la importancia de invertir en carreteras de tercer orden, para fortalecer la economía de las regiones y mejorando las oportunidades de empleo en las zonas rurales.

Ilustración 6.Censo nacional 2018.



Fuente: Departamento administrativo nacional de estadística DANE

Por lo expuesto anteriormente se pretende con este diagnóstico determinar las problemáticas del corredor en estudio, teniendo en cuenta que es una vía ubicada en una zona rural y es administrada por el municipio de Nimaima, específicamente la vía que comunica a Tobia con la vía Villeta-La vega.

3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El acceso a Tobia se realiza desde el sur del país desde la vía de primer orden Villeta – la vega, a la vía de tercer orden Villeta – Tobia, su longitud es de 6.1 km aproximadamente, actualmente la vía se encuentra a cargo del municipio y su mayor parte se encuentra en afirmado. Tobia es un corregimiento que hace parte del municipio de Nimaima, su actividad economía se centra en la producción y comercialización de panela, explotación de caña de azúcar y en el turismo especialmente, ya que en el transcurso de los últimos años ha crecido significativamente, según el plan de desarrollo de gobierno del año 2012-2015 la alcaldía municipal de Nimaima buscara fortalecer el turismo en el municipio especialmente en la zona de Tobia ya que ha venido desempeñando un papel muy importante para la economía de Nimaima, su visión a largo plazo es que el corregimiento de Tobia sea un referente en ecoturismo a nivel nacional e internacional, pero para lograr esto la administración municipal se enfocara en brindar educación a sus habitantes sobre la importancia de la calidad de servicios de turísticos como hospedaje, restaurantes, prestación de actividades eco turísticas. (12)

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

Su inicio en el ecoturismo se originó gracias a la visión de un empresario que vio gran potencial de practicar deportes extremos en el Rio Negro gracias a su cauce, este empresario instruyó a varios tobianos para que fundaran empresas turísticas. (1)

Con lo mencionado anteriormente podemos demostrar la importancia que tiene la región en el ecoturismo y como en el transcurso de los años Tobia se ha convertido en un referente para los deportes extremos acuáticos, además la práctica de estos deportes dinamizan la economía de su población, también es importante resaltar que el turismo genera representación, referenciación y reconocimiento de las regiones, pero para poder realizar el mejoramiento de la vía en estudio en un futuro primero se tiene que realizar un diagnóstico para determinar su estado actual.

¿Mediante un diagnóstico es posible determinar el estado actual de la vía y sus problemáticas?

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL.

Diagnosticar la vía terciaria que conecta a la vía principal Villeta la vega con el corregimiento de Tobia, en el departamento de Cundinamarca.

4.2. ESPECÍFICOS.

- Investigar la documentación pertinente ante las entidades públicas, de estudios realizados en la vía.
- Realizar las visitas a campo pertinentes para la recolección de datos que aporten al desarrollo del proyecto.
- Analizar la información obtenida de fuentes primarias y secundarias.
- Realizar un diagnóstico y determinar el estado actual de la vía.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

5. ALCANCES Y LIMITACIONES.

5.1. ALCANCES.

El alcance fundamental del proyecto de investigación se centra en realizar el diagnóstico técnico del corredor vial en estudio, de aproximadamente 6.1 kilómetros de longitud, determinando su estado actual definiendo las problemáticas, como resultado de aplicar la metodología propuesta y cumpliendo con los objetivos específicos y objetivo general. Se busca que el diagnóstico técnico realizado, sirva como material de consulta de información principal para un posible mejoramiento de la vía en el futuro por algún ente interesado.

5.2. LIMITACIONES.

Las limitaciones están derivadas a temas de desplazamientos a la zona, ya que no se encuentra cerca del lugar de residencia de los estudiantes, no obstante, se implementará un calendario con la programación de visitas a terreno y se determinará el objetivo a desarrollar en cada visita, para garantizar la recolección de toda la información necesaria para implementar el proyecto. Los tiempos para efectuar estas visitas dependen de las actividades académicas en la Universidad Católica, y también de los espacios de licencia generados en las empresas en las que actualmente laboran los estudiantes. Los costos requeridos para el desarrollo del proyecto están condicionados a la falta de auxilio o patrocinio para la elaboración del trabajo.

6. MARCO DE REFERENCIA.

6.1. MARCO TEÓRICO.

Las carreteras son fundamentales para el desarrollo de un país, ya que con estas se busca conectar los diferentes departamentos, ciudades, municipios y veredas con el fin mejorar la movilidad de las poblaciones urbanas y rurales, de esta manera permite que se tenga una mayor comercialización o intercambio de productos y servicios entre las comunidades y fortaleciendo el PIB (producto interno bruto), de una región. Las carreteras en Colombia se clasifican de muchas formas una de ellas es su competencia; esta clasificación habla de que administración se encuentra a cargo la vía, en el libro de diseño geométrico de carreteras del ingeniero James Cárdenas Grisales se describe:

- Carreteras nacionales: Están a cargo del INVIAS (Instituto Nacional de Vías) o se encuentran concesionadas directamente con la ANI (Agencia Nacional de Infraestructura) (2).
- Carreteras departamentales: Estas carreteras están bajo la propiedad de las gobernaciones del departamento y conforman la red de carreteras de segundo orden (2).
- Carreteras veredales o caminos vecinales: Son las carreteras que se encuentran bajo el control del INVIAS o de los municipios y conforman la red terciaria de carreteras (2).
- Carreteras distritales y municipales: Estas vías están bajo el control del distrito o el municipio y son aquellas vías urbanas, suburbanas o rurales. (2)

En el manual de diseño geométrico de carreteras del 2008 se encuentra la clasificación de una carretera según su funcionalidad las cuales son:

- Primarias: Estas carreteras son las que conectan a las capitales de los departamentos y su función principal es conectar zonas de grandes producciones agrícolas, industriales entre otras con los consumidores

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA TERCIARIA QUE CONECTA A LA VÍA PRINCIPAL VILLETALA-VEGA CON EL CORREGIMIENTO DE TOBIA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE NIMAIMA LOCALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

también dan acceso a otros países, todas estas carreteras primarias deben de estar pavimentadas. (3).

- Secundarias: Estas carreteras conectan los municipios y normalmente estas se conectan a la red primaria de carreteras, estas carreteras pueden estar en afirmado. (3)
- Terciarias: Estas carreteras conectan a los municipios con sus zonas rurales o veredas ente si, se encuentran generalmente en afirmado; en caso de que sea pavimentada deben cumplir con las condiciones geometrías de una vía secundaria. (3)

El enfoque de este trabajo es realizar la primera fase “pre factibilidad” de las tres que componen un mejoramiento vial.

Según el manual geométrico de carreteras del INVIAS etapa es muy importante porque toma decisiones de cómo se realizara el proyecto (3). En esta fase se desarrollan como mínimo las siguientes actividades:

- Fotografías aéreas e imágenes de satélite de la vía.
- Recopilación de documentos de los estudios de la vía existente realizados anteriormente.
- Reconocimiento de la zona del proyecto, ubicando los sitios que presentan problemas geotécnicos y puntos críticos de inestabilidad geológica.
- Localizar los sitios que presentan alta accidentalidad.
- Identificación de los predios que se encuentran cerca a la vía.
- Identificación de tramos homogéneos de la vía.
- Áreas de incidencia directa al proyecto.

En el informe del diagnóstico técnico se debe presentar información como: sitios críticos de donde la vía se ha visto interrumpida por lluvia, zonas de pendientes críticas, cruces de agua, remoción en masa, nacimiento de agua, las obras existentes y estas deben de ser soportado con registro fotográfico, análisis topográfico, caracterización del suelo, además en el diagnostico técnico se debe tener en cuenta dos actividades para identificar adecuadamente la vía, categorización vial y caracterización de la vía. (13)

- Velocidad de diseño: La velocidad de diseño se puede definir, como, la velocidad de referencia o guía, para definir los parámetros mínimos geométricos para el diseño de la carretera. (14).

Tabla 1. Valores de velocidad de diseño de los tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo del terreno.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

Fuente: Instituto nacional de vías manual de diseño geométrico de carreteras 2008.

- Diseño geométrico horizontal: Planta de una carretera: El diseño geométrico en planta de una carretera, es la proyección en su plano horizontal, en el cual se muestran sus rectas llamadas tangentes las cuales conectan a las curvas (2). Todos los elementos de una carretera deben garantizar seguridad y comodidad al conductor. Según la ASSHO el diseño de las curvas horizontales de la carretera debe tener una relación adecuada entre la velocidad de diseño, curvatura, peralte y fricción lateral. (15).

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobía perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

El radio mínimo para una curva está dado por su velocidad de diseño, la cual es la menor de sus velocidades específicas, que es usada para determinar el peralte y la fricción lateral adecuada para el diseño. (16).

- **Diseño geométrico vertical:** Los elementos básicos que integran un alineamiento vertical son tangentes y curvas verticales. Las tangentes verticales son aquellas longitudes y pendientes que se observan en plano vertical y se están limitadas por dos curvas sucesivas (2). Las curvas verticales según el departamento de transporte de Texas las define como “Las curvas verticales son aquellas que proporcionan cambios graduales entre tangentes de diferentes grados y tienen forma de parábola simple” (17)

6.2. MARCO CONCEPTUAL.

Para iniciar esta investigación es importante, tener claro algunos conceptos que serán de interés para el desarrollo del proyecto, tipos de carreteras según su tipo de terreno, según su competencia y conocer algunos conceptos básicos de tránsito.

Es importante tener claro el significado de la palabra, diagnosticar, la real academia española lo define como: “recoger y analizar datos para evaluar problemas de diversa naturaleza” (18)

Una carretera es una infraestructura que permite el tránsito de vehículos de manera continua en el espacio y tiempo, en condiciones óptimas de seguridad y comodidad (2). Las carreteras tienen diferentes tipos de clasificaciones y una de ellas es el tipo de terreno en el cual se encuentra.

- **Terreno plano:** Es el alineamiento horizontal y vertical, para su construcción se realizan movimientos de tierras, permitiendo que los vehículos de carga pesada se muevan casi a la misma velocidad, que los vehículos livianos y sus pendientes sean menores del 3 %. (3)
- **Terreno ondulado:** Es el alineamiento horizontal y vertical, para su construcción se requiere un movimiento de tierras moderado, obliga a que

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

los vehículos pesados disminuyan sus velocidades de manera significativa y sus pendientes oscilan entre 3 y 6 %. (3)

- Terreno montañoso: Es el alineamiento horizontal y vertical, para su construcción se requiere grandes movimientos de tierra, además se pueden presentar dificultades en su trazado, obliga a que los vehículos pesados tengan velocidades sostenidas en distancias considerables y sus pendientes oscilan entre el 6 y 8%. (3).
- Terreno escarpado: Es el alineamiento horizontal y vertical, para su construcción se exige un máximo movimiento de tierras, obliga a que los vehículos manejen velocidades bajas sostenidas durante trayectos considerables y sus pendientes son mayores al 8%. (3)

También es importante tener algunos conceptos de tránsito para el desarrollo del proyecto como:

- TPD, tráfico promedio diario: Se define como tránsito promedio diario como la cantidad o número total de vehículos que circulan por una vía durante un periodo igual o menor a un año, pero menor a un día. (19)
- VHMD, volumen horario de máxima demanda: Es la máxima cantidad de vehículos que pasan durante una hora por una sección de carril o punto, También se puede definir como la máxima cantidad de vehículos que pasan en una hora específica del día. (19)
- VHP, volumen horario de proyecto: Es el volumen de tránsito que permite determinar todas las características geométricas de la vialidad. (19)

6.3. MARCO NORMATIVO.

Para el proyecto en estudio se debe tener en cuenta la normatividad de las leyes vigentes más importantes para el estudio a carreteras y otras disposiciones importantes en la República de Colombia.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

Tabla 2. Normatividad vigente.

✓ Resolución no. 000744 de 2009 de INVIAS “En la cual se actualiza el manual de diseño geométrico de carreteras”.
✓ Ley 105 de 1993 “Tiene por objeto unificar los principios y los criterios que servirán de fundamento para la regulación y reglamentación del transporte público aéreo, marítimo, fluvial, férreo, masivo y terrestre y su operación en el territorio nacional”.
✓ Resolución no. 0001376 de 2014 de INVIAS: “Actualización de las especificaciones generales de construcción para carreteras”.
✓ Ley 388 de 1997 “Establecimiento de los mecanismos que permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía para promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional de los suelos, la presentación y defensa del patrimonio ecológico y cultural, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.
✓ Resolución número 1530 del 2017 “Por la cual se adoptan los criterios técnicos, la matriz y la guía metodológica para la categorización de la vía que conforman el sistema nacional de carteras o red vial nacional”

Fuente: Propia.

6.4. MARCO GEOGRÁFICO.

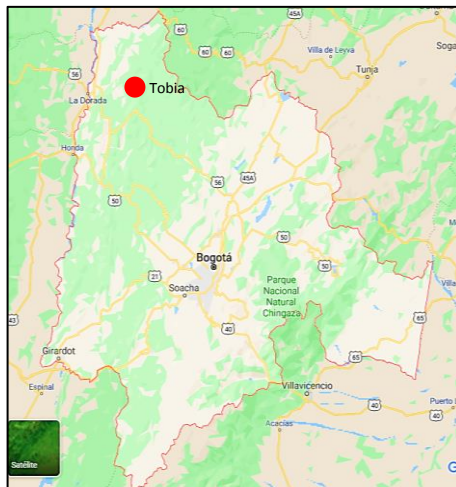
El proyecto de estudio se desarrollará en el departamento de Cundinamarca, en el corregimiento de Tobia, perteneciente al municipio de Nimaima, que se encuentra en el departamento Cundinamarca dividido en 16 provincias que están constituidas por municipios para un total de 126. (20).

Ilustración 7. Ubicación de Tobia en Colombia.



Fuente: Google Maps.

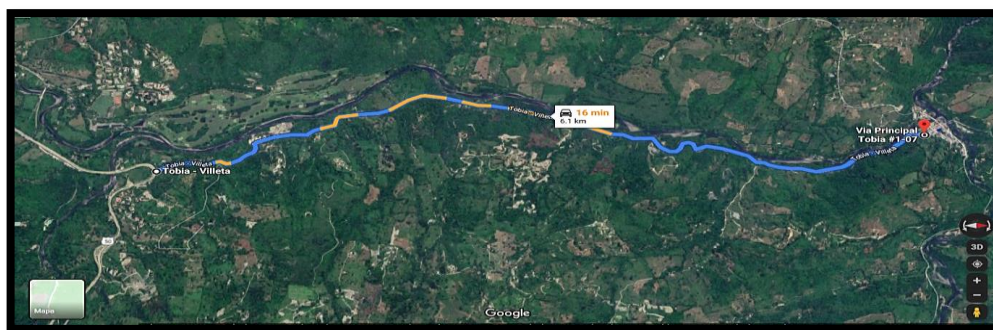
Ilustración 8. Ubicación de Tobia en Cundinamarca.



Fuente: Google Maps.

Como se muestra en la ilustración 4 y 5, se puede observar que el corregimiento de Tobia se encuentra en la parte central de Colombia en la región andina, en el departamento de Cundinamarca.

Ilustración 9. Caracterización Y localización del corredor vial en estudio.



Fuente: Google Maps.

Coordenadas:

K0+000 – 5°04'26''N 74°26'45''W

K6+100 – 5°07'17''N 74°26'57''W

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el corregimiento de Tobia perteneciente al municipio de Nimaima localizado en el departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------


Con la ayuda de la herramienta Google Maps, se realizó la caracterización de la vía en estudio. Esta vía tiene una longitud aproximada de 6.1 km desde la vía principal, Villeta - La Vega hasta el corregimiento de Tobia.

6.5. ESTADO DEL ARTE.

Es muy importante tener algunas referencias del tema en estudio como trabajos, investigaciones o tesis, ya que esta información puede ser muy útiles para el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 3. Referentes de investigación de vías.

Autores de la investigación	Título del trabajo	Descripción	Institución, fecha de publicación y ciudad.
ING. EDUARDO MBA LOZANO ING RIARDO TABARES	Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del café-vía la Badea	En este trabajo de investigación se realiza un diagnóstico de la vía en estudio para determinar el estado actual de la vía existente, en el estudio se pretende conocer las condiciones actuales de la estructura y superficie de rodadura, procedimiento de inspección o inventario de la malla vial y la evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento.	Universidad Nacional de Colombia, noviembre del 2005, Manizales.
JOSÉ ZEA, GUSTAVO ORTIZ, PABLO ZAMUDIO.	Diagnóstico de la vía actual y propuesta de diseño geométrico del	En este trabajo de investigación se realizó un análisis de la geometría de la vía existente entre los Alpes y la localidad de	Universidad de la Salle, 2009, Bogotá D.C


 <div>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</div> <div>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</div>		DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria QUE CONECTA A LA VÍA PRINCIPAL VILLETA-LA VEGA CON EL CORREGIMIENTO DE TOBIA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE NIMAIMA LOCALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.		FECHA: 2020	
	tramo comprendido entre el K0+000 hasta el K3+000 de la vía municipio de Tena- los Alpes	Tena Cundinamarca con el fin de diagnosticar su estado, desarrollar una solución de la geometría vial sobre cartografía existente En este documento encontró una metodología interesante que sirvió como referencia para trabajo de investigación.			
Departamento Nacional de planeación subdirección territorial y de inversiones publicas	Mejoramiento de vías terciarias- vías de tercer orden	Este documento que fue creado por el departamento de planeación nacional habla de un modelo que facilita la formulación de un proyecto para el mejoramiento de vías terciarias, en los cuales se habla de la fase de pre inversión y que análisis se deben realizar en el diagnostico técnico para una vía terciaria.		Departamento nacional de planeación, 2018, Bogotá D.C	

Fuente: Propia.

7. METODOLOGÍA.

Tabla 4. Metodología de trabajo.

No.	ETAPA DEL PROYECTO	METODOLOGÍA	ACTIVIDADES
1	Recopilación de información.	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de información a la Alcaldía del Municipio de Nimaima. Recopilación de información, de diferentes fuentes existentes, (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Servicio Geológico Colombiano, Sistemas de información Geográfica, entre otras). 	<ul style="list-style-type: none"> Caracterización vial. Área aferente total de la vía. Solicitud de información en la alcaldía de Nimaima, acerca de la construcción y mejoramientos, realizados en la vía. Obtener los planos y las fotografías aéreas, del tramo de la vía. Levantamiento catastral con ayuda de la herramienta informática Geoportal que suministra el IGAC. Realizar la altimetría y planimetría del corredor en estudio con documentación existente. Identificación de la geología de la zona en estudio. Determinar si la vía está incluida en el POT.
2	Recopilación de información en campo.	<ul style="list-style-type: none"> Inventario detallado de la vía. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el recorrido total de la vía. Registro fotográfico en los puntos críticos y puntos de interés. Análisis de tránsito. (Conteo vehicular para identificar la cantidad y tipo de vehículos que

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------


			<p>transita en esta zona, el cual se realizará en el día de mercado, un día en la semana y el día de mayor flujo vehicular según la comunidad).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de suelos. (A partir de fuentes secundarias para determinar la geología local). • Identificación de obras de arte, su actual estado y verificar que puntos en la vía lo requieren. • Reconocimiento de señales de tránsito y su actual estado. • Realizar el abscisado de la vía in situ, cada 100 metros.
3	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de información recopilada. • Diagnóstico del estado actual de la vía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la información obtenida, en la primera y segunda fase. • Determinar por tramos (4), el estado actual de cada uno e identificar la problemática. • Plantear recomendaciones para cada uno de los tramos.

Fuente: Propia

8. CRONOGRAMA

Tabla 5. Cronograma de actividades.

CRONOGRAMA DEL PROYECTO																			
Nombre del Proyecto:				DIAGNÓSTICO DE LA VÍA TERCIARIA QUE CONECTA A LA VÍA PRINCIPAL VILLETA-LA VEGA CON EL CORREGIMIENTO DE TOBIA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE NIMAIMA LOCALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.															
Duración del Proyecto				16 semanas															
Actividad				MES															
				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
				SEMANA															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.																			
1.1. Caracterización vial.																			
1.2. Área aferente total de la vía.																			
1.3. Verificar con Google Earth el estado de la vía y sus alrededores.																			
1.4. Solicitud de información en la alcaldía de Nimaima, acerca de la construcción y mejoramientos, realizados en la vía.																			
1.5. Obtener la cartografía, los planos y las fotografías aéreas, del tramo de la vía.																			
1.6. Levantamiento catastral con ayuda de la herramienta informática geo portal que suministra el IGAC.																			
1.7. Realizar la altimetría y planimetría del corredor en estudio con documentación existente.																			
1.8. Identificación de la geología de la zona en estudio por medio de fuentes existentes.																			
1.9. Determinar si la vía está incluida en el POT.																			
2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO.																			
2.1. Realizar el recorrido total de la vía.																			
2.2. Registro fotográfico en los puntos críticos y puntos de interés.																			

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------

2.3. Análisis de tránsito. (Conteo vehicular para identificar la cantidad y tipo de vehículos que transita en esta zona, el cual se realizará en el día de mercado y un día en la semana).																			
2.4. Caracterización de suelos. (A partir de fuentes secundarias desde el portal de INGEOMINAS).																			
2.5. Identificación de obras de arte, su actual estado y verificar que puntos en la vía lo requieren.																			
2.6. Reconocimiento de señales de tránsito y su actual estado.																			
2.7. Realizar el abscisado de la vía in situ, cada 100 metros.																			
3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO.																			
3.1. Análisis de la información obtenida, en la primera y segunda fase.																			
3.2. Determinar por tramos (4), el estado actual de cada uno e identificar la problemática.																			
3.3. Plantear recomendaciones para cada uno de los tramos.																			
4. ENTREGA DE INFORME FINAL																			
4.1. Informe final.																			
5. APROBACIÓN Y SUSTENTACIÓN.																			
5.1. Aprobación y sustentación.																			
6. ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO																			
6.1. Redacción de documento.																			
7. SEGUIMIENTO POR EL TUTOR.																			
7.1. Asesorías con el tutor designado.																			

Fuente: Propia.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

9. INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO.

Tabla 6. Instalaciones, equipos y software, requerido.

Instalaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Católica de Colombia, laboratorio. • Alcaldía Municipal de Nimaima Cundinamarca. • Tramo vial Villeta – La Vega a Tobia • Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
Equipo
<ul style="list-style-type: none"> • Computador portátil. • Cámara fotográfica. • Celular. • Cinta métrica. • Odómetro • Moto. • Pica y pala.
Software
<ul style="list-style-type: none"> • Google Earth PRO. • Geoportal INVIAS. • Geoportal - Servicio Geológico Colombiano. • Word. • Excel.

Fuente: Propia

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

10. PRESUPUESTO.

Tabla 7. Presupuesto global.

PRESUPUESTO GLOBAL DE LA PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO ANTEPROYECTO		
Descripción	Ingresos	Egresos
1. Ingresos		
Auxilio o patrocinio para la elaboración del trabajo.	0	0
Recurso propio (s).	2140000	
2. Egresos		
Recurso humano - Horarios y servicios personales.	0	0
Equipo (xxxxx)		200000
Materiales (Papelería, suministros, fotografías aéreas, planos, cinta métrica)		260000
Viajes (Transporte)		150000
Viajes (Hospedaje y viáticos)		280000
Imprevisto		180000
Total, parcial		1070000
Totales		2140000

Fuente: Propia

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el corregimiento de Tobia perteneciente al municipio de Nimaia localizado en el departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

11. ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN.

El proyecto se entrega en un documento final con todos los estudios y respectivos análisis por medio físico y magnético a los entes interesados que son la biblioteca de la Universidad Católica de Colombia y al jurado calificador. Previamente a esto se realizará una socialización por medio de una exposición sobre el desarrollo del proyecto y sus conclusiones finales.

También es importante resaltar que la vía en estudio no cuenta con datos libres, que permitan conocer, estudios y diseños realizados, para el trazado y construcción de la carretera, se consultara con el municipio por escrito, si es posible conocer detalles técnicos de la vía

Para esta entrega, solo se realiza el informe inicial de propuesta de grado.

Tabla 8. Entregas a realizar.

TIPO	NOMBRE DEL PRODUCTO	FECHA DE ENTREGA
Documento físico	Propuesta de grado o informe inicial.	5-11-2019
Documento físico	Tesis o informe final.	Mayo 2020
Medio magnético	Informe final, cartografías y estudios realizados.	Mayo 2020

Fuente: Propia.

12. DESARROLLO PRÁCTICO DEL PROYECTO.

12.1. CONSULTA CATASTRAL.

Por medio del Geovisor del IGAC, se pudo realizar la consulta catastral de los predios lindantes de la vía en estudio, en total son 55, en la consulta se tomaron los siguientes datos, número de lote, código predial, dirección del predio, destino económico y su área total. Se encontró en la consulta que la mayoría de los predios aledaños a la vía son de uso agropecuario.

Tabla 9. Predios lindantes a la vía.

Lote	Código predial	Dirección	Destino económico	Municipio	Área Lote (m ²)
188	25489000300030100000	EL BOSQUE	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	11108
13	25489000300030000000	LA DALIA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	39454
27	25489000300030200000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	5946
208	25489000300030200000	LOTE 1	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	11315
161	25489000300030100000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	17908
148	25489000300030100000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	13800
126	25489000300030100000	TOBIA GRANDE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	4800
142	25489000300030100000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	7100
124	25489000300030100000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	3500
244	25489000300030200000	LOTE 1	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	33689
256	25489000300030200000	LOTE 2	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	5600
145	25489000300030100000	LOTE B	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	5000

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobía perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
--	--	--------------------

Lote	Código predial	Dirección	Destino económico	Municipio	Área Lote (m²)
144	25489000300030100000	AUTOPISTA	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	7721
27	25489000300030000000	LA ESPERANZA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	107860
66	25489000300030000000	P. EL MIRADOR	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	22000
54	25489000300030000000	GUACAMAYAS	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	132177
48	25489000300030000000	EL RODADERO	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	30000
46	25489000300030000000	LA ALBA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	16244
174	25489000300020100000	LA LOMA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	49000
112	25489000300020100000	SAN CARLOS	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	162000
39	25489000300020000000	LA LIBERTAD	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	104000
121	25489000300020100000	EL REMOLINO	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	75000
82	25489000300020000000	LA ESPERANZA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	39000
226	25489000300020200000	LA ALBORADA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	32200
222	25489000300020200000	VILLA TATIANA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	32200
81	25489000300020000000	EL SILENCIO	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	16490
173	25489000300020100000	EL REGALO	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	32000
80	25489000300020000000	CANOA PTE	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	29000
247	25489000300020200000	LOTE 2 V. LUZ	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	59807
248	25489000300020200000	LOTE 3 SAN NICOLAS	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	90676
249	25489000300020200000	GUADALUPE	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	90407
250	25489000300020200000	LA ESPERANZA LOTE 5	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	96170
145	25489000300020100000	LA ESPERANZA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	39000
77	25489000300020000000	LA MARGARITA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	138000

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------

Lote	Código predial	Dirección	Destino económico	Municipio	Área Lote (m²)
183	25489000300030100000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	7400
190	25489000300030100000	LOTE VIVIENDA	A - HABITACIONAL	489 - NIMAIMA	294
189	25489000300030100000	EL PORVENIR	A - HABITACIONAL	489 - NIMAIMA	546
215	25489000300030200000	EL CAZADOR	A - HABITACIONAL	489 - NIMAIMA	617
184	25489000300030100000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	6263
122	25489000300030100000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	1250
12	25489000300030000000	TOBIA GRANDE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	3024
20	25489000300030000000	LOTE 2	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	3569
159	25489000300030100000	LOTE 1	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	10000
146	25489000300030100000	LA VEGA DEL PALANCAL	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	10000
85	25489000300030000000	SAN MIGUEL	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	9443
22	25489000300030000000	PALANCAL.	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	7894
217	25489000300030200000	LA RIBERA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	24393
135	25489000300030100000	LOTE	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	2600
140	25489000300030100000	AUTOPISTA	P - USO PUBLICO	489 - NIMAIMA	520
79	25489000300030000000	LOTE A	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	13000
28	25489000300030000000	LOTE PAYANDE	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	37724
47	25489000300030000000	LOTE A	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	19017
174	25489000300030100000	EL CANAZO	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	7500
136	25489000300020100000	LA ESPERANZA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	3000
123	25489000300020100000	LA ESPERANZA	D - AGROPECUARIO	489 - NIMAIMA	6000
Área total aferente a la vía (m²)					169794

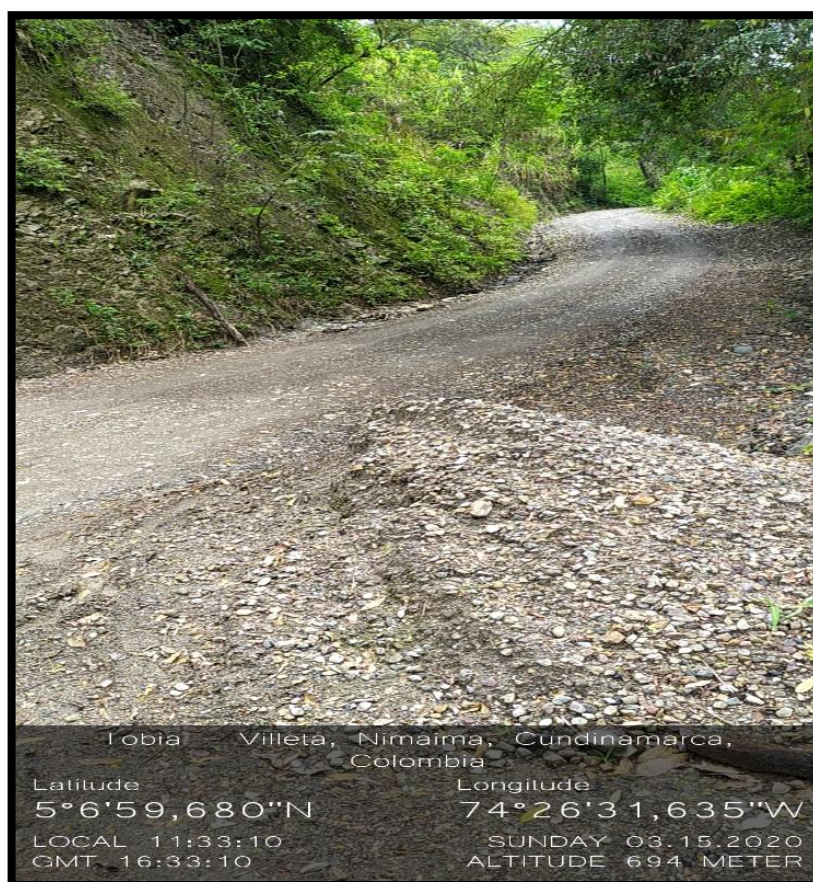
Fuente: Geovisor del IGAC.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia Perteneiente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
--	---	--------------------

La tabla número 9, se realizó con el objetivo de determinar la cantidad de terrenos y áreas, que se encuentran a los costados de la vía, para un total de 55 terrenos, con un área total de 161974 m².

Durante el recorrido de la vía se observa que en algunos tramos la calzada disminuye considerablemente su ancho y solo se permite el paso de un vehículo, como se observa en la ilustración 10.

Ilustración 10.



Fuente: Propia.

Es importante conocer la información catastral y el estado actual de la vía, ya que, si se realiza el mejoramiento en un futuro, se deben conocer muy bien los terrenos y áreas afectadas, para determinar las partes de los predios que se deben adquirir como servidumbre

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------

12.2. CATEGORIZACIÓN VIAL.

Es importante realizar la categorización de una vía con criterios técnicos, como se expone en la resolución número 0001530 del 23- mayo-2017 del Ministerio de Transporte, esta resolución tiene como objetivo principal categorizar cualquier tipo de vía a partir de una matriz compuesta por, funcionalidad, tránsito promedio diario, geometría y población.

A continuación, se observa el proceso paso a paso, descrito en la resolución 0001530, para determinar la categoría del corredor vial en estudio.

Tabla 10. Datos generales de la vía.

Datos generales de la vía	
Nombres de la carretera y/o camino	Tobia grande-Vía La Vega, Villeta
Departamento	Cundinamarca
Municipios	Nimaima

Fuente. Resolución 0001530 del 13-mayo-2017.


Tabla 11. Descripción de la vía.

Descripción de la vía	
Descripción de la función de la vía	Turismo-Agropecuaria-transporte.
Longitud en Km	6.204
Ancho de la calzada en m	Máximo: 7.3, Mínimo:3.42

Fuente Resolución 0001530 del 13-mayo-2017.

Tabla 12. Criterios técnicos para la categorización vial.

1. Funcionalidad	Si	No	Correcciones	Observaciones.
a) Es una vía Troncal o Transversal? (Consultar la Resolución 339 del INVIAS año 1999 y Decreto 1735 del MT año 2001).		x		
b) El tramo a categorizar forma parte de una vía que conecta dos capitales de departamento.		x		

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.			FECHA: 2020
c) Conecta un paso fronterizo principal (Establecido formalmente como tal) con una ciudad capital o un centro de producción		x		
d) Conecta una ciudad principal con un centro de producción o con algún puerto marítimo o puerto fluvial que genere trasbordo intermodal?		x		
E) La vía conecta: 1) Una capital de departamento con una cabecera municipal o 2) Dos o más municipios entre sí o se encuentra incluida dentro de las vías clasificadas en el plan vial regional del departamento (Consultar el plan vial regional del departamento)		x		
f) La vía realiza interconexión únicamente a nivel veredal o entre la vereda y la capital de departamento o la vereda y una cabecera municipal o la vereda y una vía de primer o segundo orden.	X			
2. Transito promedio diario	Si	No	Correcciones	Observaciones.
Mayores a 700 veh/día		X		En su mayor parte motos.
Entre 150 veh/día a 699 veh/día	x			
Entre 1 veh/día a 149 veh/día		x		
3. Diseño geométrico	Si	No	Correcciones	Observaciones.
Doble calzada		x		
Calzada sencilla mayor o igual a 7,30 m		x		
Calzada sencilla entre 6,01 m y 7,29 m	X			
Calzada sencilla menor o igual a 6,00 m	X			
4. Población	Si	No	Correcciones	Observaciones.
Población de capitales de departamento, paso de frontera y/o puertos.		x		
Cabeceras municipales con más de 15,000 habitantes.		x		
Cabeceras municipales, poblaciones con menos de 15,000 habitantes, veredas o corregimientos	x			

Fuente: Resolución 0001530 del 13-mayo-2017.

Después de determinado todos los criterios técnicos de la vía en estudio, se realiza la matriz de categorización en la tabla número 13, de la cual se obtiene el puntaje para cada categoría.

Tabla 13. Matriz de categorización.

Matriz de resultados de categorización.							
Categoría		Funcionalidad	Transito promedio diario (TPD)	Diseño geométrico	Población	Puntaje	Clasificación
Ponderación		40	20	20	20		
1	Vía de primer orden.	0	0	0	0	0	-
2	Vía de segundo orden.	0	20	10	0	30	-
3	Vía de tercer orden.	40	0	10	20	70	Vía de tercer orden.


Fuente: Resolución 0001530 del 13-mayo-2017.

De acuerdo al puntaje obtenido (70 sobre 100), en la matriz de resultados de categorización de la resolución 0001530, se tiene que, el corredor en se clasifica como una vía de tercer orden.

12.3. GEOMETRÍA DE LA VÍA.

12.3.1. DISEÑO HORIZONTAL EXISTENTE.

Por medio de la herramienta Google Earth Pro, se obtuvieron las coordenadas para realizar el eje de la vía existente en planta y con la ayuda de la herramienta

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	---------------------------

AUTOCAD CIVIL 3D, se realizó la identificación de las curvas y rectas, con sus respectivas abscisas, ver tabla 14.




 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el corregimiento de Tobia perteneciente al municipio de Nimaima localizado en el departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	---	-------------

Tabla 14. Cuadro de coordenadas.


Cuadro de coordenadas							
Curvas (C) y Rectas (R)	Abcisas Al final	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Radio (m)	Longitud de curvas y rectas (m)
C1	k0+107.609	5.074177272	-74.44598527	5.074982901	-74.44648221	133.4149	107.609
C2	k0+139.167	5.074982901	-74.44648221	5.075243648	-74.44659263	73.654	31.558
C3	k0+189.047	5.075243648	-74.44659263	5.075665614	-74.4466382	41.4051	49.881
C4	k0+246.553	5.075665614	-74.4466382	5.07617132	-74.44662566	70.3947	57.506
C5	k0+295.142	5.07617132	-74.44662566	5.076600248	-74.44661481	63.997	48.589
C6	k0+353.652	5.076600248	-74.44661481	5.077106714	-74.44653217	68.1862	58.510
	k0+420.187	5.077106714	-74.44653217	5.077677591	-74.44671123	179.3358	66.536
C7	k0+491.414	5.077677591	-74.44671123	5.078264217	-74.44667853	48.3137	71.226
C8	k0+548.013	5.078264217	-74.44667853	5.078736523	-74.44664072	41.8241	56.600
C9	k0+565.528	5.078736523	-74.44664072	5.078830624	-74.44676707	56.9591	17.515
	k0+581.398	5.078830624	-74.44676707	5.078965926	-74.44680486	22.1334	15.870
C10	k0+631.746	5.078965926	-74.44680486	5.079328943	-74.44704589	49.5402	50.349
C11	k0+705.667	5.079328943	-74.44704589	5.079844588	-74.44746123	160.8495	73.920
C12	k0+736.669	5.079844588	-74.44746123	5.080104604	-74.44756186	85.2811	31.002
	k0+805.786	5.080104604	-74.44756186	5.080166903	-74.44815806	71.3258	69.117
C13	k0+823.642	5.080166903	-74.44815806	5.080108011	-74.4483077	79.967	17.856
	k0+846.59	5.080108011	-74.4483077	5.080235369	-74.44845546	19.1337	22.948
R1	k0+947.064	5.080235369	-74.44845546	5.081061887	-74.44883255	-	100.474
C14	K1+115.439	5.081061887	-74.44883255	5.082559475	-74.4490348	388.4478	168.375
R2	K1+181.104	5.082559475	-74.4490348	5.083152225	-74.44907348	-	65.665
C15	K1+238.275	5.083152225	-74.44907348	5.083601754	-74.44926241	48.561	57.170

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------

Curvas (C) y Rectas (R)	Abcisas Al final	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Radio (m)	Longitud de curvas y rectas (m)
C16	K1+300.06	5.083601754	-74.44926241	5.084039441	-74.44958	70.6435	61.786
R3	K1+392.936	5.084039441	-74.44958	5.084839827	-74.44983478	-	92.876
C17	K1+472.618	5.084839827	-74.44983478	5.08525479	-74.4503211	47.8273	79.683
C18	K1+569.211	5.08525479	-74.4503211	5.085825144	-74.45079665	49.8614	96.593
R4	K1+683.687	5.085825144	-74.45079665	5.08685448	-74.45090984	-	114.476
C19	K1+963.436	5.08685448	-74.45090984	5.089182646	-74.45165313	307.9803	279.749
C20	K2+425.262	5.089182646	-74.45165313	5.0930765	-74.45208862	374.6737	461.253
R5	K3+0.762	5.0930765	-74.45208862	5.098124839	-74.45082022	-	575.500
C21	K3+166.793	5.098124839	-74.45082022	5.099604946	-74.4505835	767.4212	166.031
	K3+272.485	5.099604946	-74.4505835	5.100444899	-74.45013723	318.0259	105.691
R6	K3+439.17	5.100444899	-74.45013723	5.101815376	-74.44951007	-	166.686
C22	K3+555.758	5.101815376	-74.44951007	5.102098481	-74.44927887	143.4408	116.588
	K3+589.335	5.102694891	-74.44898339	5.102986563	-74.44906597	161.5707	33.577
C23	K3+619.335	5.102986563	-74.44906597	5.103234348	-74.44915945	39.5298	30.000
	K3+632.286	5.103234348	-74.44915945	5.103343796	-74.44912336	20.8109	12.951
C24	K3+661.186	5.103343796	-74.44912336	5.103498637	-74.4489199	41.2241	28.900
	K3+791.596	5.103498637	-74.4489199	5.10457081	-74.44877118	91.561	130.410
R7	K3+824.355	5.10457081	-74.44877118	5.104846047	-74.44888071	-	32.759
C25	K3+851.118	5.104846047	-74.44888071	5.105079351	-74.44894122	83.5656	26.762
	K3+870.47	5.105079351	-74.44894122	5.105226137	-74.44885435	24.8753	19.352
	K3+901.673	5.105226137	-74.44885435	5.105277425	-74.44857905	87.0237	31.204
C26	K4+3.682	5.105277425	-74.44857905	5.10572102	-74.44779197	150.9335	102.009
	K4+123.812	5.10572102	-74.44779197	5.106746215	-74.44780904	102.2949	120.130
R8	K4+171.954	5.106746215	-74.44780904	5.106921713	-74.44820654	-	48.142

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobía perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------

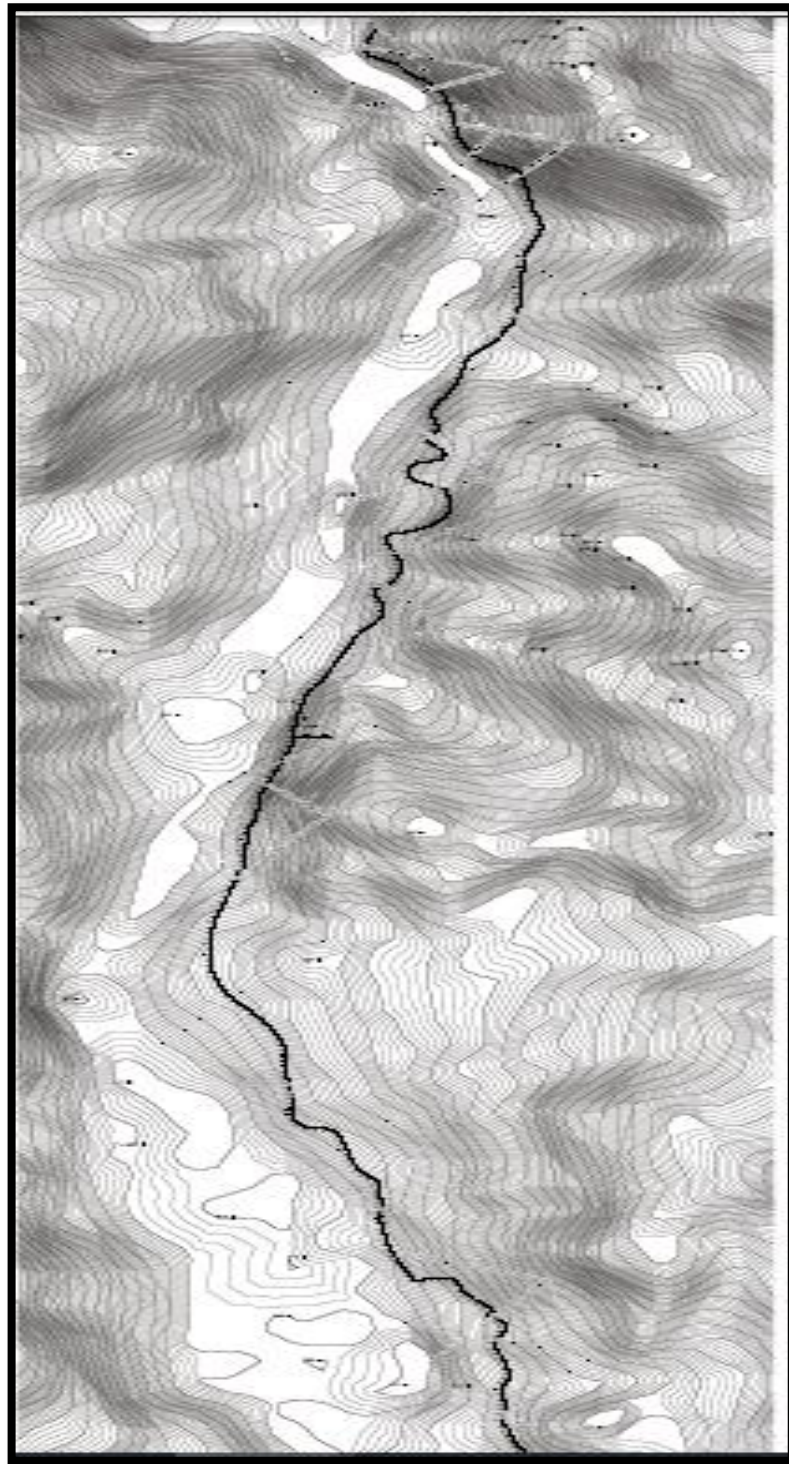
Curvas (C) y Rectas (R)	Abcisas Al final	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Radio (m)	Longitud de curvas y rectas (m)
C27	K4+224.686	5.106921713	-74.44820654	5.107272835	-74.44848629	44.3397	52.732
	K4+277.62	5.107272835	-74.44848629	5.107636707	-74.44823537	38.6951	52.935
R9	K4+293.857	5.107636707	-74.44823537	5.107660855	-74.44809088	-	16.237
C28	K4+322.539	5.107660855	-74.44809088	5.107701035	-74.44783667	78.8126	28.682
	K4+348.748	5.107701035	-74.44783667	5.10791712	-74.4477661	26.2655	26.209
	K4+390.362	5.10791712	-74.4477661	5.108217993	-74.44798533	84.1074	41.614
C29	K4+445.286	5.108217993	-74.44798533	5.108534971	-74.44808215	22.459	54.924
C30	K4+458.561	5.108599968	-74.447985	5.108685529	-74.44790345	22.5217	13.275
	K4+480.045	5.108685529	-74.44790345	5.108873824	-74.44791486	25.4847	21.484
R10	K4+494.027	5.108873824	-74.44791486	5.108993935	-74.44795439	-	13.982
C31	K4+529.408	5.108993935	-74.44795439	5.109307184	-74.4480145	124.524	35.382
	K4+556.969	5.109307184	-74.4480145	5.109541294	-74.44794139	44.3054	27.561
R11	K4+685.798	5.109541294	-74.44794139	5.110583674	-74.44742161	-	128.829
C32	K4+748.417	5.110583674	-74.44742161	5.111135131	-74.44729815	269.1637	62.619
	K4+783.506	5.111135131	-74.44729815	5.111373197	-74.44709124	99.4425	35.089
R12	K4+824.635	5.111373197	-74.44709124	5.111615376	-74.44680955	-	41.129
C33	K5+21.407	5.111615376	-74.44680955	5.113265874	-74.44625566	271.8383	196.773
R13	K5+129.735	5.113265874	-74.44625566	5.114242803	-74.44617898	-	108.328
C34	K5+166.604	5.114242803	-74.44617898	5.114575756	-74.44619182	239.215	36.869
	K5+170.45	5.114575756	-74.44619182	5.114608947	-74.44618345	6.2103	3.846
	K5+206.012	5.114608947	-74.44618345	5.114898097	-74.44604296	528.0508	35.562
R13	K5+230.26	5.114898097	-74.44604296	5.115105404	-74.44597145	-	24.248

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------

Curvas (C) y Rectas (R)	Abscisas Al final	Coordenada Inicial		Coordenada Final		Radio (m)	Longitud de curvas y rectas (m)
C35	K5+276.186	5.115105404	-74.44597145	5.115494879	-74.44582793	386.8126	45.926
	K5+288.63	5.115494879	-74.44582793	5.115606478	-74.445822	145.2141	12.445
	K5+324.793	5.115606478	-74.445822	5.115921322	-74.44590901	204.8825	36.163
C36	K5+377.842	5.115921322	-74.44590901	5.116374928	-74.44603472	78.4314	53.049
R14	K5+443.669	5.116374928	-74.44603472	5.116961592	-74.44613655	-	65.827
C37	K5+502.166	5.116961592	-74.44613655	5.117447501	-74.44633646	145.5877	58.498
	K5+543.061	5.117447501	-74.44633646	5.117643349	-74.44664491	81.5421	40.894
C38	K5+638.064	5.117643349	-74.44664491	5.118166771	-74.44727393	89.4749	95.003
	K5+736.183	5.118166771	-74.44727393	5.119003709	-74.4475473	226.5073	98.119
C39	K5+822.489	5.119003709	-74.4475473	5.119770272	-74.44769243	704.9976	86.306
	K5+910.93	5.119770272	-74.44769243	5.120425209	-74.44813221	157.2326	88.441
R15	K5+987.996	5.120425209	-74.44813221	5.120915748	-74.44862627	-	77.066
C40	K6+20.421	5.120915748	-74.44862627	5.121108269	-74.44884427	79.2544	32.425
C41	K6+68.838	5.121108269	-74.44884427	5.121301525	-74.44923572	294.9076	48.417
	K6+95.357	5.121301525	-74.44923572	5.121509866	-74.44935005	57.758	26.519
	K6+139.752	5.121509866	-74.44935005	5.12189726	-74.44925138	136.0684	44.395
R16	K6+175.771	5.12189726	-74.44925138	5.122191878	-74.44911259	-	36.019
C42	K6+190.703	5.122191878	-74.44911259	5.122325901	-74.44909839	64.3248	14.932
	K6+204	5.122325901	-74.44909839	5.122432009	-74.4491543	55.8618	13.297
Longitud de la vía (m)							6203.429

Fuente: Google Earth Pro, adaptación propia.

Ilustración11. Planimetría de la zona en estudio.

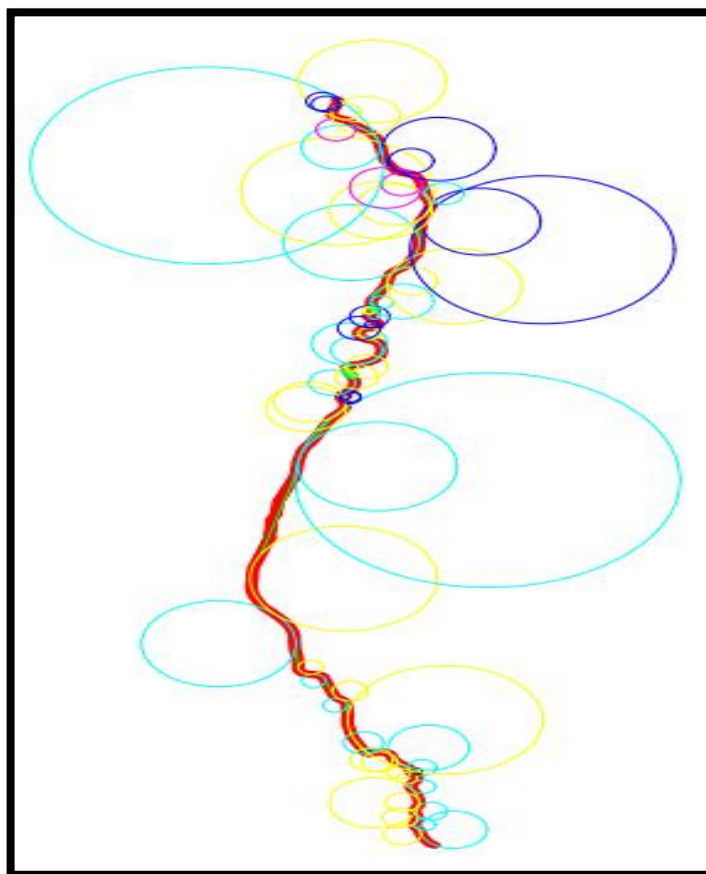


Fuente: Propia.

En la imagen número 12 se presenta el trazado de la vía en estudio, el cual fue exportado desde Google Earth Pro a AUTOCAD CIVIL 3D, posteriormente se calcularon los radios para cada una de las curvas, haciendo círculos entre los PT y PC o PT, PCC, PT dependiendo del tipo de curva.

Se realizó la comparación entre los radios y rectas determinados, con los criterios de diseño para vías terciarias, con el fin de conocer si las curvas y tangentes cumplen las condiciones de seguridad establecidas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008.

Ilustración 12. Radios de curvatura.



Fuente: Propia.

Con el dibujo en planta de la vía y los radios obtenidos, se realizó el abscisado de cada curva, es importante tener en cuenta que en el corredor en estudio se

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

encontraron curvas compuestas hasta de tres radios, las cuales se pueden observar en la tabla número 15.

Tabla 15. Cuadro de elementos de curvas horizontales.

Cuadro de elementos de curvas							
Curva	Abscisas				Longitud de curva (m)	Radio (m)	Entretangencia (m)
	PC	PCC1	PCC2	PT			
Inicio-C1	K0+000	-	-	K0+107.609	107.609	133.41	
							0.000
C2	K0+107.609	-	-	K0+139.167	31.558	73.654	
							0.000
C3	K0+139.167	-	-	K0+189.047	49.880	41.405	
							0.000
C4	K0+189.047	-	-	K0+246.553	57.506	70.394	
							0.000
C5	K0+246.553	-	-	K0+295.142	48.589	63.997	
							0.000
C6	K0+295.142	K0+353.652	-	K0+420.187	58.510	68.186	
					66.535	179.33	
							0.000
C7	K0+420.187	-	-	K0+491.414	71.227	48.313	
							0.000
C8	K0+491.414	-	-	K0+548.013	56.599	41.824	
							0.000
C9	K0+548.013	K0+565.528	-	K0+581.398	17.515	56.959	
					15.870	22.133	
							0.000
C10	K0+581.398	-	-	K0+631.746	50.348	49.540	
							0.000
C11	K0+631.746	-	-	K0+705.667	73.921	160.84	
							0.000
C12	K0+705.667	K0+736.669	-	K0+805.786	31.002	85.281	
					69.117	71.325	

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

Cuadro de elementos de curvas							
Curva	Abscisas				Longitud de curva (m)	Radio (m)	Entretangencia
	PC	PCC1	PCC2	PT			
							0.000
C13	K0+805.786	k0+823.642	-	K0+846.59	17.856	79.967	
					22.948	19.133	
							100.47
C14	K0+947.064	-	-	K1+115.439	168.375	388.44	
							65.665
C15	K1+181.104	-	-	K1+238.275	57.171	48.561	
							0.000
C16	K1+238.275	-	-	K1+300.060	61.785	70.643	
							92.876
C17	K1+392.936	-	-	K1+472.618	79.682	47.827	
							0.000
C18	K1+472.618	-	-	K1+569.211	96.593	49.861	
							114.47
C19	K1+683.687	-	-	K1+963.436	279.749	307.98	
							0.000
C20	K1+963.436	-	-	K2+425.262	461.826	374.67	
							575.50
C21	K3+000.762	k3+166.793	-	K3+272.485	166.031	767.42	
					105.692	318.02	
							166.68
C22	K3+439.170	k3+555.758	-	K3+589.335	116.588	143.44	
					33.577	161.57	
							0.000
C23	K3+589.335	k3+619.335	-	K3+632.286	30.000	39.529	
					12.951	20.810	
							0.000
C24	K3+632.286	k3+661.186	-	K3+791.596	28.900	41.224	
					130.410	91.561	
							32.759
C25	K3+824.355	k3+851.118	k3+870.471	K3+901.673	26.763	83.565	
					19.352	24.875	

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la Vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

Cuadro de elementos de curvas							
Curva	Abscisas				Longitud de curva (m)	Radio (m)	Entre tange ncia
	PC	PCC1	PCC2	PT			
					31.203	87.023	
							0.000
C26	K3+901.673	k3+3.682	-	K4+123.812	102.009	150.93	
					120.130	102.29	
							48.142
C27	K4+171.954	k4+224.686	-	K4+277.620	52.732	44.339	
					52.934	38.695	
							16.237
C28	K4+293.857	k4+322.539	k4+348.748	K4+390.362	28.682	78.812	
					26.209	26.265	
					41.614	84.107	
							0.000
C29	K4+390.362		-		54.924	22.459	
							0.000
C30	K4+445.286	k4+458.561	-	K4+480.045	13.275	22.521	
					21.484	25.484	
							13.982
C31	K4+494.027	k4+529.408	-	K4+556.969	35.381	124.52	
					27.561	44.305	
							128.82
C32	K4+685.798	k4+748.417	-	K4+783.506	62.619	269.16	
					35.089	99.442	
							41.129
C33	K4+824.635	-	-	K5+021.407	196.772	271.83	
							108.32
C34	K5+129.735	k5+166.604	k5+170.45	K5+206.012	36.869	239.21	
					3.846	6.2103	
					35.562	528.05	
							24.248
C35	K5+230.26	k5+276.186	k5+288.63	K5+324.793	45.926	386.81	
					12.444	145.21	
					36.163	204.88	

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

Cuadro de elementos de curvas							
Curva	Abcisas				Longitud de curva (m)	Radio (m)	Entre tange ncia
	PC	PCC1	PCC2	PT			
							0.000
C36	K5+324.793	-	-	K5+377.842	53.049	78.431	
							65.827
C37	K5+443.669	k5+502.166	-	K5+543.061	58.497	145.58	
					40.895	81.542	
							0.000
C38	K5+543.061	k5+638.064	-	K5+736.183	95.003	89.474	
					98.119	226.50	
							0.000
C39	K5+736.183	k5+822.489	-	K5+910.93	86.306	704.99	
					88.441	157.23	
							77.066
C40	K5+987.996	-	-	K5+20.421	32.425	79.254	
							0.000
C41	K5+20.421	k5+68.838	k5+95.357	K6+139.752	48.417	294.90	
					26.519	57.758	
					44.395	136.06	
							36.019
C42	K6+175.771	k5+190.703	-	K6+204	14.932	64.324	
					13.297	55.861	
Final	K6+204	-	-	-	-	-	-
Longitud total de la vía (m)							6204.0

Fuente: Autor

En la tabla número 15, se puede observar que, en el corredor en estudio se tiene un total de 20 curvas circulares simples, 22 curvas circulares compuestas y 17 rectas en toda su trayectoria, para una longitud total de la vía de 6204 metros.

Ya teniendo identificado el total de curvas y rectas del corredor vial en estudio, se realizó, una comparación de los datos existentes con los aspectos geométricos que debe cumplir una vía para que sea segura, con lo estipulado en el Manual Geométrico de Carreteras y del libro de Diseño Geométrico de Carreteras del Ingeniero James Cárdenas Grisales.

Para determinar el radio mínimo que debe cumplir una curva, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros estipulados por el Manual de Diseño Geométrico de carreteras.

- Peralte máximo (e_{\max}), para carreteras terciarias: Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, para las vías terciarias, es difícil tener longitudes de entre tangencia largas, por lo que se hace difícil la determinación del peralte, por lo que se considera que el peralte máximo para estas vías debe de ser del seis por ciento (6%) (3).
- Fricción lateral máxima: La fricción lateral máxima depende de muchos factores como la superficie de rodadura, la velocidad, el tipo de vehículo y sus condiciones (3). En la tabla número 16 del manual se adoptan valores para el coeficiente de fricción lateral en función de la velocidad específica.

Tabla 16. Coeficiente de fricción transversal máxima.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA $f_{T\max}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías 2008. INVIAS.

Determinado los valores de peralte máximo y el coeficiente de fricción lateral, se tomó el valor para el radio mínimo, según las velocidades específicas, como se muestra en la tabla número 17, del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 17. Radios mínimos para peralte máximo $e_{\max} = 6\%$ y fricción máxima.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{T\max}$	TOTAL $e_{\max} + f_{T\max}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 ⁽¹⁾
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías 2008. INVIAS.

Para determinar la entre tangencia mínima, se tuvo en cuenta los criterios del libro de Diseño Geométrico de Carreteras del Ingeniero James Cárdenas Grisales.

- Entre tangencia mínima para curvas de distinto sentido: Si la vía se realiza con alineamiento para curvas circulares, la entre tangencia mínima debe de ser, la multiplicación entre 5 segundos y la menor de las velocidades específicas V_{ch} de la curva adyacente, a la entre tangencia en estudio (2), es decir:

$$5 \text{ segundos} * V_{ch}$$


- Entre tangencia mínima para curvas del mismo sentido: Si la vía se realiza con alineamiento para curvas circulares, la entre tangencia mínima debe de ser, la multiplicación entre 15 segundos y la menor de las velocidades específicas de la curva adyacente, a la entre tangencia en estudio (2), es decir:

$$15 \text{ segundos} * V_{ch}$$

Es importante tener en cuenta que la velocidad específica es, la máxima velocidad que se puede mantener en tramo de manera aislada, en condiciones de seguridad y comodidad, por tal motivo se ha realizado el cálculo de las velocidades instantáneas de 10 tramos diferentes, para determinar su velocidad de manera individual y de esta manera determinar la velocidad promedio de la vía como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Cálculo de velocidades instantáneas.

Cálculo de velocidad instantáneas				
# Datos	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (Km /h)	Velocidad Promedio. (Km)
1 (Curva 1)	107.609	12.7	30.50333858	34.3386
2 (Curva 7)	71.226	8.3	30.89329157	
3 (Recta 1)	100.474	9.79	36.94644331	
4 (Curva 14)	168.375	17.49	34.65700858	
5 (Curva 19)	279.749	28.9	34.8476263	

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

6 (RECTA 6)	166.686	17.71	33.88303331	34.3386
7 (RECTA 9)	16.237	2.01	29.08101493	
8 (Curva 35)	12.445	1.34	33.43298507	
9 (Recta 16)	36.019	3.77	34.3944191	
10 (Recta 5)	575.500	46.3	44.74733132	

Fuente: Propia.

Como se muestra en la tabla 18, se tomaron diferentes tramos de la vía (curvas y rectas), y se localizaron en campo, con las coordenadas obtenidas en Google Earth-Pro, se tomaron los tiempos y recorridos de un vehículo, en cada tramo, para determinar su velocidad de manera aislada. Analizado los datos obtenidos se encuentran velocidades entre 29 y 44 Km/h en la vía, las curvas presentan velocidades entre 30 y 34 Km/h, por tal motivo se asumió una velocidad específica para todas las curvas de 30 km/h, para determinar si se cumple o no el radio y la entre tangencia mínima para curvas de igual o diferente sentido. Ver tabla 19.

Tabla 19. Parámetros establecidos para el radio y entre tangencia mínimos, para vías terciarias.


Radio mínimo	20	m
Velocidad de diseño	30	Km/h
Velocidad específica	30	Km/h
Entre tangencia (Curvas diferente sentido)	41.7	m
Entre tangencia (Curvas mismo sentido)	125	m


Fuente: Propia 1

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------


Tabla 20. Cumplimiento de radios y entre tangencias.

Curvas	Sentido	Radio (m)	Cumple radio	Entre tangencia (m)	Cumple Entre tangencia
C1	Derecha	133.414	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C2	Izquierda	73.654	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C3	Derecha	41.4051	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C4	Izquierda	70.3947	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C5	Derecha	63.997	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C6	Izquierda	68.1862	CUMPLE		
		179.335	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C7	Derecha	48.3137	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C8	Izquierda	41.8241	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C9	Derecha	56.9591	CUMPLE		
		22.1334	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C10	Izquierda	49.5402	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C11	Derecha	160.8495	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C12	Izquierda	85.2811	CUMPLE		
		71.3258	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C13	Derecha	79.967	CUMPLE		
		19.1337	NO CUMPLE		
				100.474	NO CUMPLE
C14	Derecha	388.4478	CUMPLE		
				65.665	CUMPLE
C15	Izquierda	48.561	CUMPLE		

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO			DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.		FECHA: 2020
				0	NO CUMPLE
C16	Derecha	70.6435	CUMPLE		
				92.876	CUMPLE
C17	Izquierda	47.8273	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C18	Derecha	49.8614	CUMPLE		
				114.476	CUMPLE
C19	Izquierda	307.9803	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C20	Derecha	374.6737	CUMPLE		
				575.5	CUMPLE
C21	Derecha	767.4212	CUMPLE		
		318.0259	CUMPLE		
				166.685	CUMPLE
C22	Izquierda	143.4408	CUMPLE		
		161.5707	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C23	Derecha	39.5298	CUMPLE		
		20.8109	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C24	Izquierda	41.2241	CUMPLE		
		91.561	CUMPLE		
				32.759	NO CUMPLE
C25	Derecha	83.5656	CUMPLE		
		24.8753	CUMPLE		
		87.0237	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C26	Izquierda	150.9335	CUMPLE		
		102.2949	CUMPLE		
				48.142	CUMPLE
C27	Derecha	44.3397	CUMPLE		
		38.6951	CUMPLE		
				16.237	NO CUMPLE
C28	Izquierda	78.8126	CUMPLE		
		26.2655	CUMPLE		
		84.1074	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C29	Derecha	22.459	CUMPLE		

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

				0	NO CUMPLE
C30	Izquierda	22.5217	CUMPLE		
		25.4847	CUMPLE		
				13.982	NO CUMPLE
C31	Derecha	124.524	CUMPLE		
		44.3054	CUMPLE		
				128.829	CUMPLE
C32	Derecha	269.1637	CUMPLE		
		99.4425	CUMPLE		
				41.129	NO CUMPLE
C33	Izquierda	271.8383	CUMPLE		
				108.328	CUMPLE
C34	Derecha	239.215	CUMPLE		
		6.2103	NO CUMPLE		
		528.0508	CUMPLE		
				24.248	NO CUMPLE
C35	Izquierda	386.8126	CUMPLE		
		145.2141	CUMPLE		
		204.8825	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C36	Derecha	78.4314	CUMPLE		
				65.827	CUMPLE
C37	Izquierda	145.5877	CUMPLE		
		81.5421	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C38	Derecha	89.4749	CUMPLE		
		226.5073	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C39	Izquierda	704.9976	CUMPLE		
		157.2326	CUMPLE		
				77.066	NO CUMPLE
C40	Izquierda	79.2544	CUMPLE		
				0	NO CUMPLE
C41	Derecha	294.9076	CUMPLE		
		57.758	CUMPLE		
		136.0684	CUMPLE		

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

u				36.019	NO CUMPLE
C42	Izquierda	64.3248	CUMPLE		
		55.8618	CUMPLE		

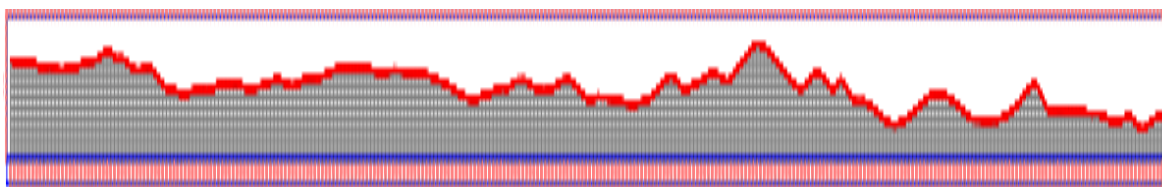
Fuente: Propia.

De la tabla número 19, se puede concluir que, el 97.1% cumple y el 2.9% no cumple, con el radio mínimo establecido para una velocidad específica de 30 km/h, para carreteras de tercer orden y de todas las rectas de la vía, el 21.95% cumple y el 78.1% no cumple con la entre tangencia mínima establecida para, curvas de diferente o igual sentido.

12.3.2. DISEÑO VERTICAL EXISTENTE.

Por medio del programa AUTOCAD CIVIL 3D se establezco el alineamiento de la vía en planta y posteriormente se dibujó el perfil, el cual muestra las cotas de elevación y abscisado de la rasante, se trazaron puntos sobre el perfil para conocer el número de pendientes existentes, con sus respectivas abscisas y cotas, ver tabla 21.

Ilustración 13. Altimetría de la vía en estudio.




Fuente: Google Earth Pro, adaptación Propia

Tabla 21. Cuadro de pendientes.


Cuadro de pendientes					
Abscisa inicial	Cota (m.s.n.m)	Abscisa final	Cota (m.s.n.m)	Longitud	Pendiente.
K0+000	726.963	K0+62.14	724.306	62.14	-4.28%
K0+062.14	724.306	K0+112.24	724.312	50.1	0.00%
K0+112.24	724.312	K0+153.41	720.000	41.17	-10.47%

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

K0+153.41	720.000	K0+189.39	720.000	35.98	0.00%
K0+189.39	720.000	K0+210.45	721.648	21.06	7.83%
K0+210.45	721.648	K0+246.85	719.080	36.4	-7.04%
K0+246.85	719.086	K0+280.00	717.698	33.15	-4.20%
K0+280.00	717.698	K0+317.79	720.000	37.79	6.11%
K0+317.79	720.000	K0+528.18	735.270	210.39	7.26%
K0+528.18	735.270	K0+680	717.819	151.82	-11.49%
K0+680.00	717.819	K0+737.45	721.23	57.45	5.94%
K0+737.45	721.230	K0+830.55	700	93.1	-22.80%
K0+830.55	700.000	K0+928.6	693.558	98.05	-6.57%
K0+928.60	693.558	K1+193.66	704.45	734.94	4.11%
K1+193.66	704.45	K1+281.81	698.812	88.15	-6.40%
K1+281.81	698.812	K1+431.4	708.419	149.59	6.42%
K1+431.40	708.419	K1+515.83	700.733	84.43	-9.10%
K1+515.83	700.733	K1+544.55	702.4	28.72	5.87%
K1+544.55	702.400	K1+572.83	706.622	28.28	14.87%
K1+572.83	706.622	K1+593.4	708.867	20.57	10.91%
K1+593.40	708.867	K1+612.88	710.304	19.48	7.38%
K1+612.88	710.304	K1+670.61	710.523	57.73	0.00%
K1+670.61	710.523	K1+800	720	129.39	7.32%
K1+800.00	720.000	K1+894.77	720	94.77	0.00%
K1+894.77	720.000	K1+982.64	715.028	87.87	-5.66%
K1+982.64	715.028	K2+28.6	715.06	45.96	-0.07%
K2+028.60	715.06	K2+60	716.946	31.4	6.00%
K2+060.00	716.946	K2+104.6	716.312	44.6	-1.42%
K2+104.60	716.312	K2+200.77	714.078	96.17	-2.32%
K2+200.77	714.078	K2+262.34	710.958	61.57	-5.07%
K2+262.34	710.958	K2+464.19	688.41	201.85	-11.17%
K2+464.19	688.410	K2+472.21	687.945	8.02	-5.80%
K2+472.21	687.945	K2+513.65	689.365	41.44	3.43%
K2+513.65	689.365	K2+540	691.868	26.35	9.50%
K2+540.00	691.868	K2+546.57	693.127	6.57	19.16%
K2+546.57	693.127	K2+580	694.115	33.43	0.00%
K2+580.00	694.115	K2+639.19	699.707	59.19	9.45%
K2+639.19	699.707	K2+672.68	698.098	33.49	-4.80%
K2+672.68	698.098	K2+700	701.697	27.32	13.17%
K2+700.00	701.697	K2+717.76	705.377	17.76	20.49%
K2+717.76	705.377	K2+743.78	705.341	26.02	0.14%
K2+743.78	705.341	K2+774.1	706.817	30.32	4.87%
K2+774.10	706.817	K2+812.56	698.864	38.46	-20.68%

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

K2+812.56	698.864	K2+821.76	698.712	9.2	0.00%
K2+821.76	698.712	K2+879.11	696.597	57.35	-3.69%
K2+879.11	696.597	K2+982.16	708.565	103.05	11.61%
K2+982.16	708.565	K3+9.76	707.36	27.6	-4.37%
K3+009.76	707.36	K3+101.72	691.663	91.96	-17.07%
K3+101.72	691.663	K3+111.39	690.648	9.67	-10.50%
K3+111.39	690.648	K3+188.56	690.173	77.17	-32.00%
K3+188.56	690.173	K3+199.21	691.452	10.65	12.02%
K3+199.21	691.452	K3+215.59	689.386	16.38	-12.62%
K3+215.59	689.386	K3+281.8	687.608	66.21	-2.69%
K3+281.80	687.608	K3+329.58	684.666	47.78	-6.16%
K3+329.58	684.666	K3+407.57	685.722	77.99	1.35%
K3+407.57	685.722	K3+453.44	690.000	45.87	9.33%
K3+453.44	690.000	K3+520.00	705.979	66.56	24%
K3+520.00	705.979	K3+554.24	711.075	34.24	14.88%
K3+562.87	710.940	K3+598.35	704.553	35.48	-18%
K3+598.35	704.553	K3+631.30	696.415	32.95	-24.69%
K3+642.70	696.737	K3+766.51	713.926	123.81	13.88%
K3+781.92	713.853	K3+860.00	706.111	78.08	-9.92%
K3+860.00	706.111	K3+884.92	710.000	24.92	15.61%
K3+884.92	710.000	K3+978.53	734.464	93.61	26.13%
K4+978.53	734.464	K4+18.690	743.532	-959.84	22.58%
K4+018.69	743.532	K4+64.950	740.127	46.26	-7.36%
K4+064.95	740.127	K4+93.400	734.491	28.45	-19.81%
K4+093.40	734.491	K4+108.38	730.000	14.98	-29.98%
K4+108.38	730.000	K4+122.90	727.276	14.52	-18.76%
K4+122.90	727.276	K4+206.99	705.314	84.09	26.12%
K4+206.99	705.314	K4+221.01	702.562	14.02	-19.64%
K4+221.01	702.562	K4+248.96	699.048	27.95	-12.57%
K4+248.96	699.048	K4+275.79	700.226	26.83	3.55%
K4+275.79	700.226	K4+320.38	712.228	44.59	26.92%
K4+320.38	712.228	K4+333.29	714.844	12.91	20.25%
K4+333.29	714.844	K4+344.71	715.405	11.42	4.91%
K4+344.71	715.405	K4+386.06	710.317	41.35	-12.30%
K4+386.06	710.317	K4+415.87	700.000	29.81	-34.62%
K4+415.87	700.000	K4+424.49	698.216	8.62	-20.69%
K4+424.49	698.216	K4+434.84	697.795	10.35	-4.07%
K4+434.84	697.795	K4+442.48	698.667	7.64	11.42%
K4+442.48	698.667	K4+466.52	705.774	24.04	29.57%
K4+466.52	705.774	K4+476.78	706.560	10.26	7.65%

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia		DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.			FECHA: 2020
FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO					
K4+476.78	706.560	K4+484.85	705.353	8.07	-14.96%
K4+484.85	705.353	K4+529.23	690.738	44.38	-32.93%
K4+529.23	690.738	K4+554.54	685.592	25.31	-20.33%
K4+600	685.198	K4+626.98	682.952	26.98	-8.33%
K4+626.98	682.952	K4+708.8	668.301	81.82	-17.91%
K4+708.8	668.301	K4+767.97	663.348	59.17	-8.37%
K4+767.97	663.348	K4+821.7	668.324	53.73	9.26%
K4+821.7	668.324	K4+962.78	692.255	141.08	16.96%
K5+20.14	693.374	K5+89.68	685.1	69.54	-11.89%
K5+89.69	685.1	K5+148.96	673.481	59.27	-19.65%
K5+148.96	673.481	K5+180.8	669.104	31.84	-13.75%
K5+325.25	669.366	K5+360	671.067	34.75	4.90%
K5+360	671.067	K5+416.05	680	56.05	15.94%
K5+416.05	680	K5+448.94	689.344	32.89	28.41%
K5+448.94	689.344	K5+473	698.454	24.06	37.86%
K5+473	698.454	K5+509.03	705.134	36.03	18.54%
K5+509.03	705.134	K5+518.01	702.98	8.98	4.09%
K5+518.01	705.501	K5+535.34	702.984	17.33	-14.53%
K5+535.34	702.984	K5+574.77	683.848	39.43	-48.53%
K5+574.77	683.848	K5+595.2	677.186	20.43	-32.61%
K5+595.2	677.187	K5+605.62	676.01	10.42	-10.81%
K5+605.62	676.01	K5+615.12	676.812	9.5	8.44%
K5+650.55	677.225	K5+661.53	678.378	10.98	10.50%
K5+661.53	678.378	K5+690.87	675.911	29.34	-8.41%
K5+699.99	675.903	K5+714.33	677.655	14.34	12.22%
K5+714.33	677.655	K5+762.09	675.654	47.76	-4.19%
K5+762.09	675.654	K5+826.01	673.607	63.92	-3.20%
K5+826.01	673.607	K5+859.02	674.187	33.01	1.76%
K5+859.02	674.187	K5+872.7	672.541	13.68	-12.04%
K5+894.03	672.683	K5+924.53	667.528	30.5	-16.90%
K5+971.15	667.499	K5+993.08	669.909	21.93	10.99%
K6+1.72	670	K6+11.01	671.696	9.29	18.27%
K6+19.38	671.578	K6+40.68	669.295	21.3	-10.72%
K6+40.68	669.295	K6+82.86	660.897	42.18	-19.91%
K6+82.86	660.897	K6+91.01	659.807	8.15	-13.36%
K6+91.01	659.807	K6+98.03	659.452	7.02	-5.06%
K6+105.8	659.556	K6+110.1	659.972	4.3	10.32%
K6+110.1	659.972	K6+112.47	660.794	2.37	34.73%
K6+112.47	660.794	K6+120.12	661.917	7.65	14.68%
K6+120.12	661.917	K6+124.37	662.308	4.25	9.17%

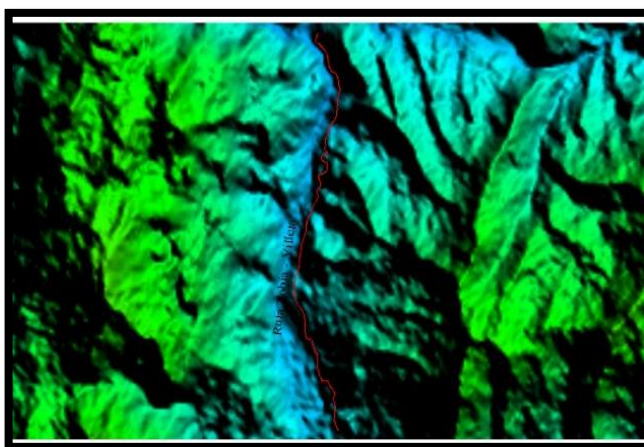
 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

K6+124.38	662.308	K6+133.39	663.759	9.01	16.11%
K6+133.39	663.759	K6+149.04	667.35	15.65	22.95%
K6+149.04	667.35	K6+182.73	671.901	33.69	13.51%
K6+182.73	671.901	K6+189.61	672.413	6.88	7.44%
K6+189.61	672.413	K6+204.53	670.231	14.92	-14.62%
K6+204.53	670.231	K6+217.83	665.503	13.3	-35.54%

Fuente: Propia.

En la tabla número 21 se observa que la pendiente máxima encontrada en la vía, es del 48.53% entre las abscisas K5+535.34 y K5+574.77 y la pendiente mínima es de 0.07% entre las abscisas K1+982.64 y K2+28.6.

Ilustración 14. Tipo de terreno de la vía en estudio.



Fuente: Google Earth Pro.

La vía en estudio se encuentra en un terreno montañoso, ver ilustración 14, según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008, la pendiente máxima para un terreno montañoso es del 8 %, se realizó un cuadro comparativo para determinar si las pendientes cumplen o no el criterio mencionado. Ver tabla 22.

Tabla 22. Pendiente Max. Terreno montañoso 8%.

Pendiente máxima del 8% para un terreno montañoso.		
1	-4.28%	CUMPLE
2	0.00%	CUMPLE

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------


3	-10.47%	NO CUMPLE
4	0.00%	CUMPLE
5	7.83%	CUMPLE
6	-7.04%	CUMPLE
7	-4.20%	CUMPLE
8	6.11%	CUMPLE
9	7.26%	CUMPLE
10	-11.49%	NO CUMPLE
11	5.94%	CUMPLE
12	-22.80%	NO CUMPLE
13	-6.57%	CUMPLE
14	4.11%	CUMPLE
15	-6.40%	CUMPLE
16	6.42%	CUMPLE
17	-9.10%	NO CUMPLE
18	5.87%	CUMPLE
19	14.87%	NO CUMPLE
20	10.91%	NO CUMPLE
21	7.38%	CUMPLE
22	0.00%	CUMPLE
23	7.32%	CUMPLE
24	0.00%	CUMPLE
25	-5.66%	CUMPLE
26	0.07%	CUMPLE
27	6.00%	CUMPLE
28	-1.42%	CUMPLE
29	-2.32%	CUMPLE
30	-5.07%	CUMPLE
31	-11.17%	NO CUMPLE
32	-5.80%	CUMPLE
33	3.43%	CUMPLE
34	9.50%	NO CUMPLE
35	19.16%	NO CUMPLE
36	0.00%	CUMPLE
37	9.45%	NO CUMPLE
38	-4.80%	CUMPLE
39	13.17%	NO CUMPLE
40	20.49%	NO CUMPLE
41	0.14%	CUMPLE
42	48.70%	NO CUMPLE

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

43	-20.68%	NO CUMPLE
44	0.00%	CUMPLE
45	-3.69%	CUMPLE
46	11.61%	NO CUMPLE
47	-4.37%	CUMPLE
48	-17.07%	NO CUMPLE
49	-10.50%	NO CUMPLE
50	-62.00%	NO CUMPLE
51	12.02%	NO CUMPLE
52	-12.62%	NO CUMPLE
53	-2.69%	CUMPLE
54	-6.16%	CUMPLE
55	1.35%	CUMPLE
56	9.33%	NO CUMPLE
57	24%	NO CUMPLE
58	14.88%	NO CUMPLE
59	-18%	NO CUMPLE
60	-24.69%	NO CUMPLE
61	13.88%	NO CUMPLE
62	-9.92%	NO CUMPLE
63	15.61%	NO CUMPLE
64	26.13%	NO CUMPLE
65	22.58%	NO CUMPLE
66	-7.36%	CUMPLE
67	-19.81%	NO CUMPLE
68	-29.98%	NO CUMPLE
69	-18.76%	NO CUMPLE
70	26.12%	NO CUMPLE
71	-19.64%	NO CUMPLE
72	-12.57%	NO CUMPLE
73	3.55%	CUMPLE
74	26.92%	NO CUMPLE
75	20.25%	NO CUMPLE
76	4.91%	CUMPLE
77	-12.30%	NO CUMPLE
78	-34.62%	NO CUMPLE
79	-20.69%	NO CUMPLE
80	-4.07%	CUMPLE
81	11.42%	NO CUMPLE
82	29.57%	NO CUMPLE

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

83	7.65%	CUMPLE
84	-14.96%	NO CUMPLE
85	-32.93%	NO CUMPLE
86	-20.33%	NO CUMPLE
87	-8.33%	NO CUMPLE
88	-17.91%	NO CUMPLE
89	-8.37%	NO CUMPLE
90	9.26%	NO CUMPLE
91	16.96%	NO CUMPLE
92	-11.89%	NO CUMPLE
93	-19.65%	NO CUMPLE
94	-13.75%	NO CUMPLE
95	4.90%	CUMPLE
96	15.94%	NO CUMPLE
97	28.41%	NO CUMPLE
98	37.86%	NO CUMPLE
99	18.54%	NO CUMPLE
100	4.09%	CUMPLE
101	-14.53%	NO CUMPLE
102	-48.53%	NO CUMPLE
103	-32.61%	NO CUMPLE
104	-10.81%	NO CUMPLE
105	8.44%	NO CUMPLE
106	10.50%	NO CUMPLE
107	-8.41%	NO CUMPLE
108	12.22%	NO CUMPLE
109	-4.19%	CUMPLE
110	-3.20%	CUMPLE
111	1.76%	CUMPLE
112	-12.04%	NO CUMPLE
113	-16.90%	NO CUMPLE
114	10.99%	NO CUMPLE
115	18.27%	NO CUMPLE
116	-10.72%	NO CUMPLE
117	-19.91%	NO CUMPLE
118	-13.36%	NO CUMPLE
119	-5.06%	CUMPLE
120	10.32%	NO CUMPLE
121	34.73%	NO CUMPLE
122	14.68%	NO CUMPLE

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nima localizada en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

123	9.17%	NO CUMPLE
124	16.11%	NO CUMPLE
125	22.95%	NO CUMPLE
126	13.51%	NO CUMPLE
127	7.44%	CUMPLE
128	-14.62%	NO CUMPLE
129	-35.54%	NO CUMPLE

Fuente: Propia.

El 36.43% de las pendientes determinadas, cumple y el 63.57% no cumple con los parámetros establecidos para vías construidas en terreno montañoso. Se concluye que la vía no cuenta con un diseño vertical y la rasante, es muy irregular, lo que no permite identificar las posibles curvas verticales existentes mediante el software. Ver tabla 23.

Tabla 23 Pendientes Encontradas en la vía.

Pendientes Existentes			
#Total Pendientes:	129	=	0.00%
#Pendiente Cumple:	47	=	36.43%
#Pendiente No Cumple:	82	=	63.57%

Fuente: Propia.

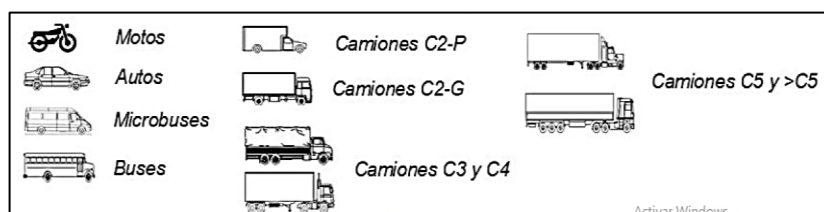
12.4. ANÁLISIS DE TRÁNSITO.

El objetivo principal del análisis de tránsito es determinar el volumen de vehículos que transitan en la vía en estudio, en un lapso de tiempo por medio de aforos vehiculares en puntos definidos de la vía y de esta manera determinar las condiciones de operación de vehículos, capacidad, su nivel de servicio, número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas y demanda vehicular futura.

Para el análisis de tránsito se toma como guía la metodología presentada en el documento Mejoramiento de vías terciarias - vías de tercer orden del DNP (Departamento nacional de planeación) y el MINTRANSPORTE (Ministerio de transporte).

Según el documento para el mejoramiento de vías terciarias- vías de tercer orden se debe realizar un aforo vehicular en ambos sentidos de circulación para determinar los volumen de tránsito, se recomienda conteos simplificados en una estación específica durante 10 horas continuas durante dos días (uno típico y otro atípico), y además, la información que se obtiene de los aforos, se deben clasificar los vehículos que transitan por la vía según su tipología (13), como se muestra en la ilustración número 13.

Ilustración 15. Tipología vehicular a clasificar en los aforos.



Fuente: Mejoramiento de vías terciarias - vías de tercer orden del DNP (Departamento nacional de planeación) y el MINTRANSPORTE (Ministerio de transporte).

12.4.1. AFORO VEHICULAR.

Se realizaron 4 aforos vehiculares durante 10 horas continuas (dos días atípicos y dos días típicos), dos aforos vehiculares en días atípicos se realizaron en la entrada de la vía, en sentido, Vía Villeta, la vega - Tobia con las siguientes coordenadas 5.0750356, -74.4465489 y los otros dos aforos vehiculares en días típicos se realizaron en el sentido, Vía Tobia-Villeta, la vega, con las siguientes coordenadas 5.1218514, -74.4492755.

Los aforos vehiculares se realizaron los siguientes días:

Tabla 24. Días de aforo vehicular.

Días de aforo	Sentido	Ubicación.
Lunes 3-2-2020	Sur-Norte	5.0750356 -74.4465489
Miércoles 5-2-2020	Sur-Norte	5.0750356 -74.4465489
Viernes 13-3-2020	Norte-sur	5.1218514 -74.4492755
Domingo 15-3-2020	Norte-sur	5.1218514 -74.4492755

Fuente: Propia.


 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la Vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

Tabla 25. Aforo vehicular día lunes.

Lunes 3/02/2020, Sentido sur-norte, Vía Villeta, la vega-Tobia											
Horario	Carril derecho					Carril izquierdo					Total
	A	B	C2-P	C2-G	M	A	B	C2-P	C2-G	M	
7:00-8:00	5	2	0	0	16	7	3	1	0	10	44
8:00-9:00	8	2	1	0	11	4	1	2	1	6	36
9:00-10:00	6	1	1	0	13	4	1	1	0	8	35
10:00-11:00	7	0	1	1	8	9	0	0	0	7	33
11:00-12:00	6	0	2	0	13	10	1	2	1	5	40
12:00-13:00	3	1	1	1	9	4	1	1	0	8	29
13:00-14:00	4	1	1	0	5	5	0	0	1	5	22
14:00-15:00	6	0	1	0	7	7	0	2	0	7	30
15:00-16:00	5	0	0	0	15	6	1	2	0	7	36
16:00-17:00	5	2	1	1	12	7	4	0	1	11	44
Total	55	9	9	3	109	63	12	11	4	74	349
%	16%	3%	3%	1%	31%	18%	3%	3%	1%	21%	100%

Fuente: Propia.

Tabla 26. Aforo vehicular día miércoles.

Miércoles 5/02/2020, Sentido sur-norte, Vía Villeta, la vega-Tobia											
Horario	Carril derecho					Carril izquierdo					Total
	A	B	C2-P	C2-G	M	A	B	C2-P	C2-G	M	
7:00-8:00	6	2	2	0	3	8	1	3	0	15	40
8:00-9:00	2	0	1	0	4	13	1	2	0	4	27
9:00-10:00	9	1	2	0	7	7	0	3	1	3	33
10:00-11:00	9	1	0	0	10	5	1	0	0	8	34
11:00-12:00	5	2	1	0	8	2	1	0	2	8	29
12:00-13:00	3	0	0	1	15	3	0	2	0	13	37
13:00-14:00	5	0	0	0	13	6	0	0	0	10	34
14:00-15:00	7	1	0	0	9	8	1	0	2	18	46
15:00-16:00	6	0	1	1	16	10	2	1	0	17	54
16:00-17:00	9	2	0	0	12	5	0	0	0	14	42
Total	61	9	7	2	97	67	7	11	5	110	376
%	16%	2%	2%	1%	26%	18%	2%	3%	1%	29%	100%

Fuente: Propia.

Tabla 27. Aforo vehicular día viernes.

Viernes 13/03/2020, Sentido norte-sur, Vía Tobia- Villeta, la vega.											
Horario	Carril izquierdo					Carril derecho.					Total
	A	B	C2-P	C2-G	M	A	B	C2-P	C2-G	M	
7:00-8:00	3	2	1	0	12	6	2	0	1	7	34
8:00-9:00	5	0	0	2	10	2	0	3	0	6	28
9:00-10:00	9	1	2	0	14	9	1	0	0	10	46
10:00-11:00	14	1	1	1	11	7	2	0	1	8	46
11:00-12:00	10	0	1	0	12	2	1	1	1	8	36
12:00-13:00	4	0	0	1	8	4	0	0	0	7	24
13:00-14:00	7	0	1	0	10	12	1	2	0	12	45
14:00-15:00	12	2	0	0	22	10	1	1	0	10	58
15:00-16:00	13	2	2	0	17	8	6	1	1	9	59
16:00-17:00	18	1	0	1	15	13	4	0	0	10	62
Total	95	9	8	5	131	73	18	8	4	87	438
%	22%	2%	2%	1%	30%	17%	4%	2%	1%	20%	100%

Fuente: Propia.

Tabla 28. Aforo vehicular día domingo.

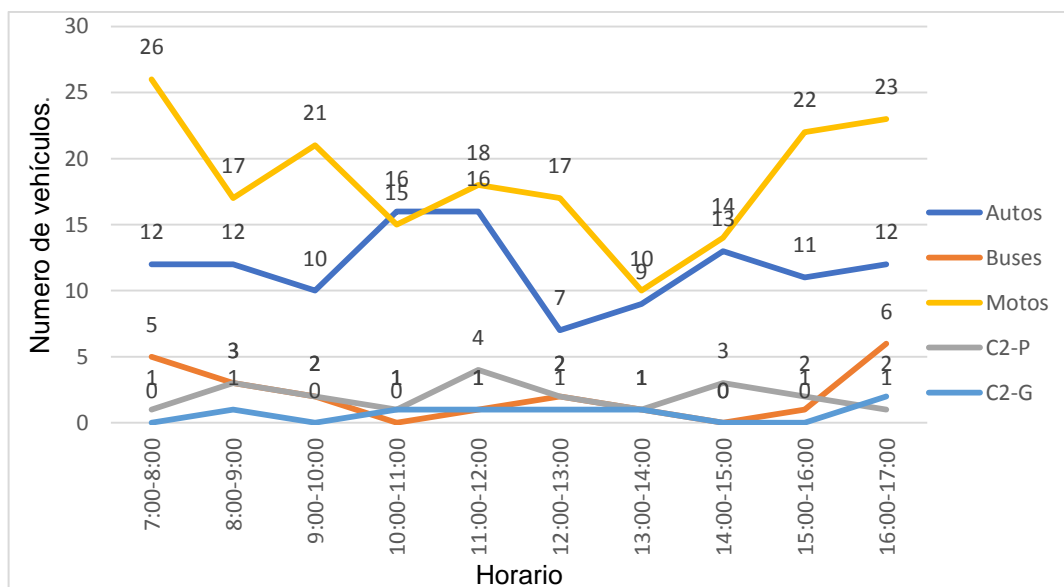
Domingo 15/03/2020, Sentido norte-sur, Vía Tobia- Villeta, la vega.											
Horario	Carril izquierdo					Carril derecho					Total
	A	B	C2-P	C2-G	M	A	B	C2-P	C2-G	M	
7:00-8:00	15	0	0	0	12	15	1	0	0	18	61
8:00-9:00	12	2	0	0	17	20	2	0	0	17	70
9:00-10:00	14	1	2	1	10	17	1	0	0	22	68
10:00-11:00	17	0	0	0	19	13	1	0	1	31	82
11:00-12:00	15	1	0	0	15	10	2	0	0	21	64
12:00-13:00	10	0	0	1	10	8	2	1	0	14	46
13:00-14:00	12	0	1	0	20	20	1	0	0	18	72
14:00-15:00	14	2	2	0	25	25	1	0	1	16	86
15:00-16:00	13	1	0	1	17	17	2	2	0	23	76
16:00-17:00	8	1	0	0	19	23	2	0	1	16	70
Total	130	8	5	3	164	168	15	3	3	196	695
%	19%	1%	1%	0%	24%	24%	2%	0.4%	0%	28%	100%

Fuente: Propia.

En los siguientes gráficos se observa, el tipo de vehículo predominante que transita tanto en días típicos, como en días atípicos, el cual son motocicletas, el siguiente los automóviles y el tercer tipo son los buses, también transitan vehículos tipo C2-P y C2-G, en bajos volúmenes.

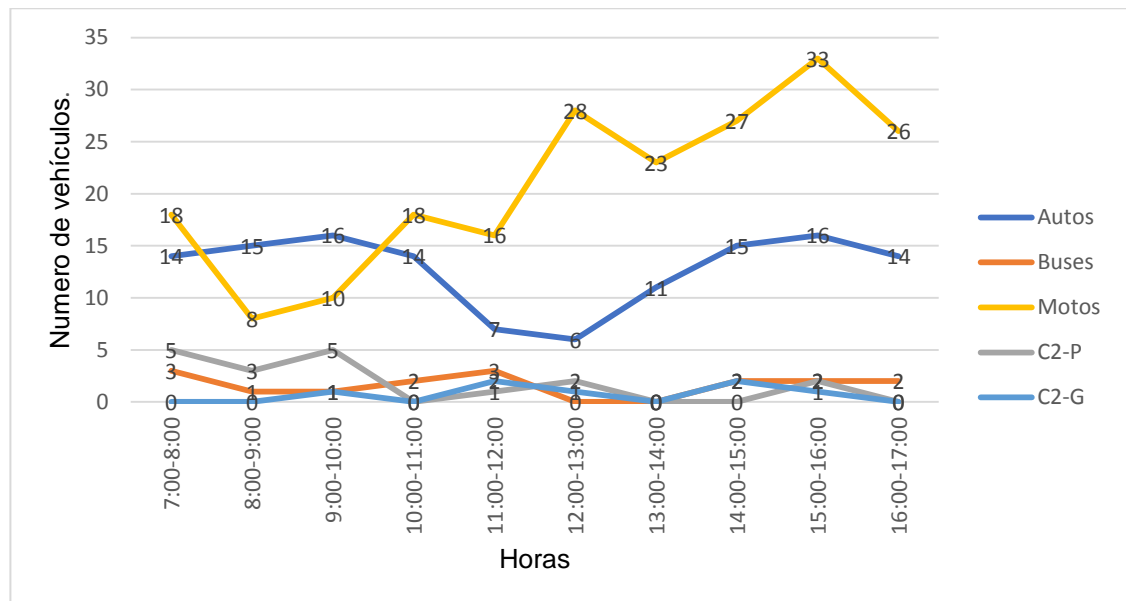
En porcentajes, las motos corresponden al 50%, los autos entre el 34% y 38%, y los buses corresponden entre el 3% y 6%, estos porcentajes están relacionados con el tipo de destino (turístico), en el que se encuentra la vía.

Gráfico 1. Aforo vehicular día lunes.



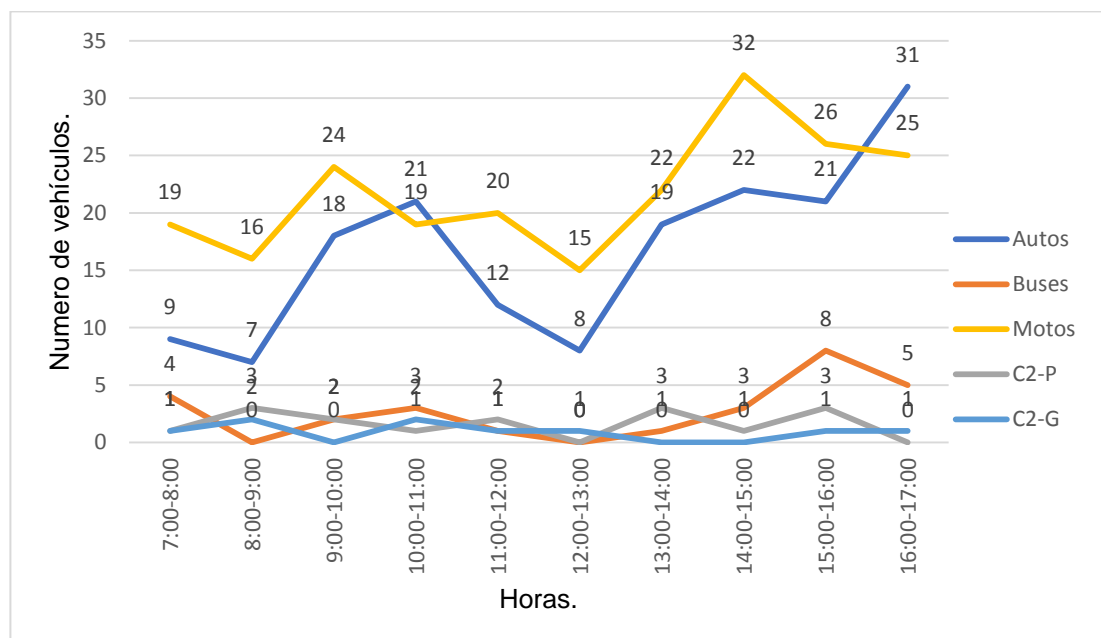
Fuente: Propia.

Gráfico 2. Aforo vehicular día miércoles.



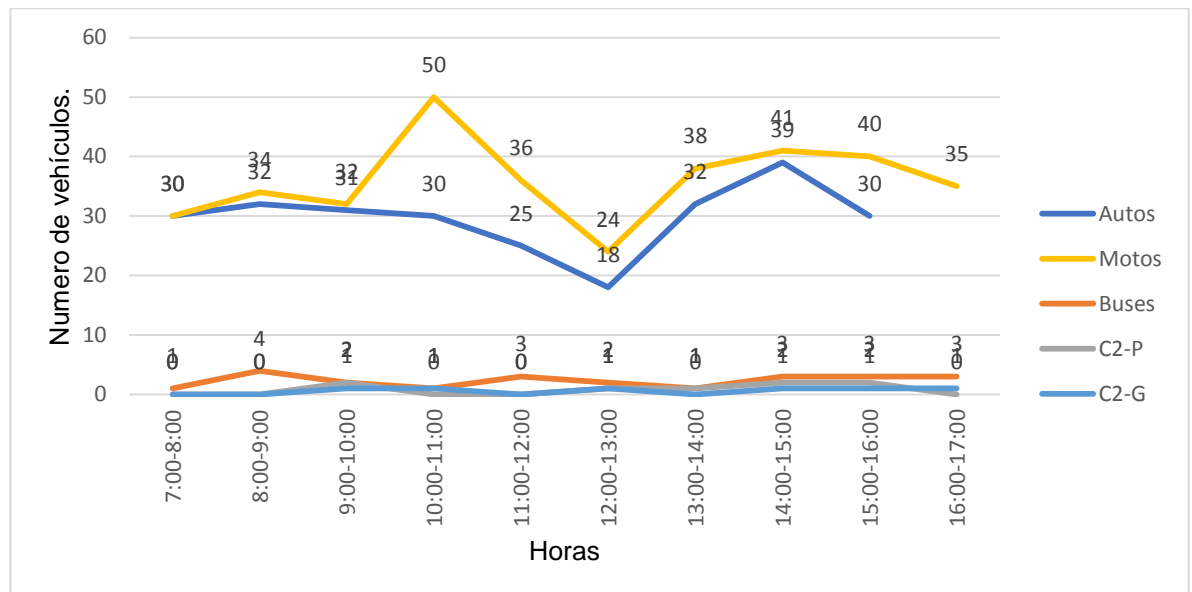
Fuente: Propia.

Gráfico 3. Aforo vehicular día viernes.



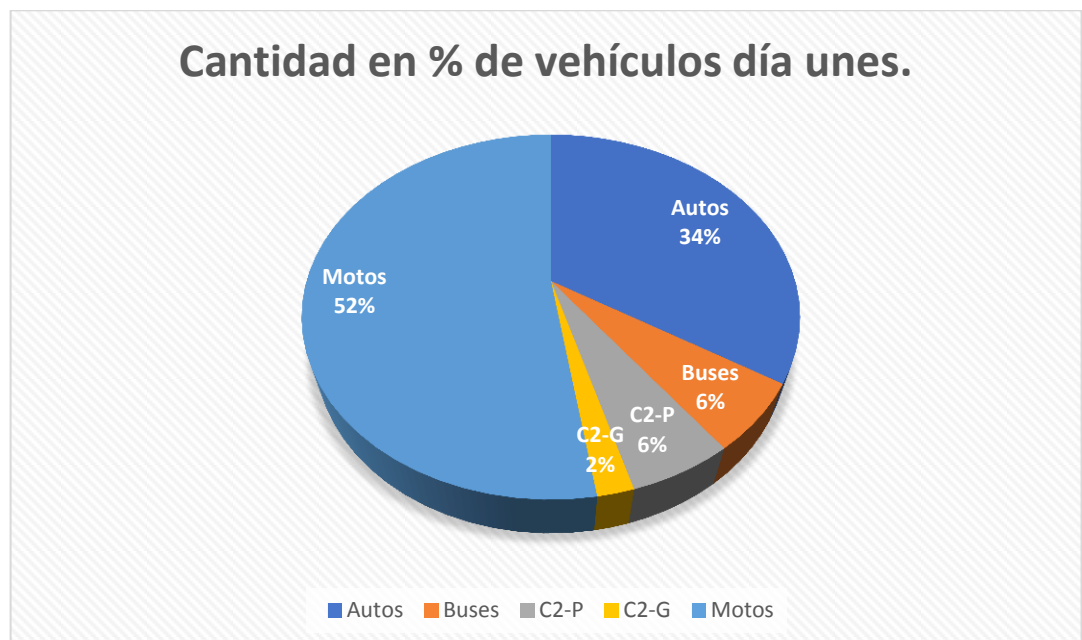
Fuente: Propia.

Gráfico 4. Aforo vehicular día domingo.



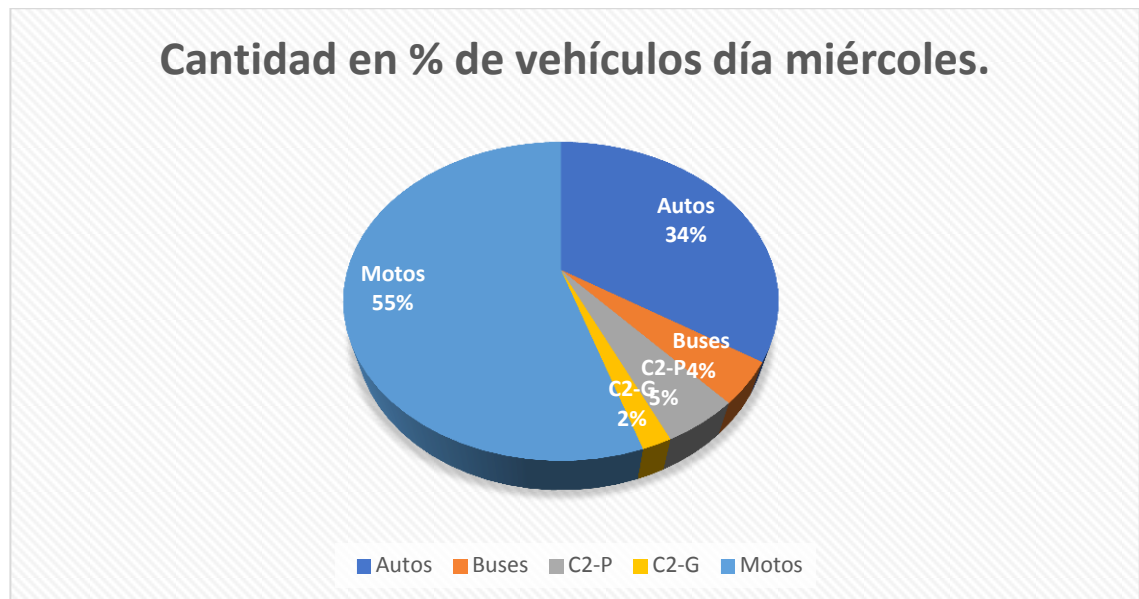
Fuente: Propia.

Gráfico 5: Porcentaje de vehículos día lunes.



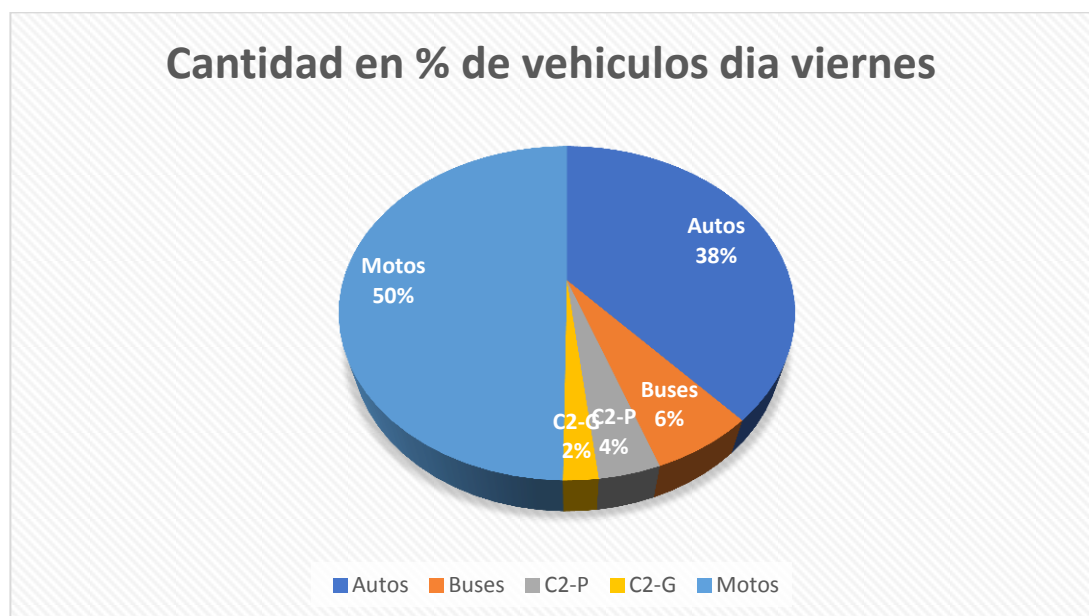
Fuente: Propia.

Gráfico 6. Porcentaje de vehículos día miércoles.



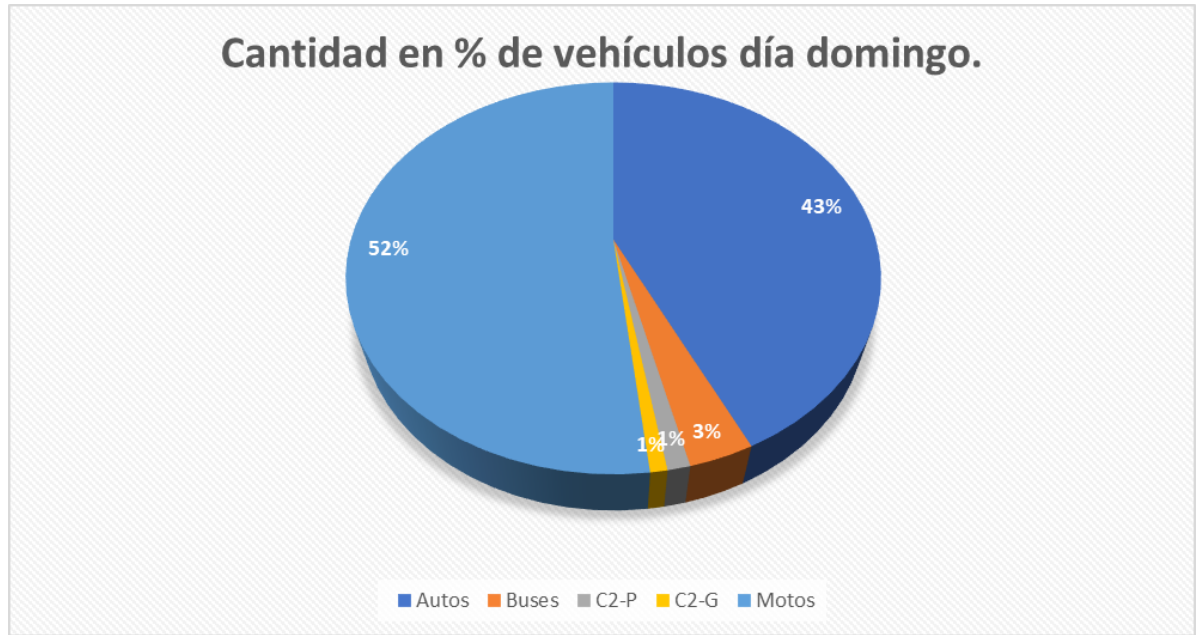
Fuente: Propia.

Gráfico 7. Porcentaje de vehículos día viernes.



Fuente: Propia.

Gráfico 8. Porcentaje de vehículos día domingo.



Fuente: Propia.

14.4.2. CALCULO DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO.

El transito promedio diario se define como la cantidad o número total de vehículos que circulan por una vía durante un periodo igual o menor a un año, pero menor a un día (19).

Ilustración 16. Formula del tránsito promedio diario.

$$TPD = \frac{N}{1 \text{ día} < T \leq 1 \text{ año}}$$

Fuente: Ingeniería de Tránsito, Rafael Cal y Mayor R, James Cárdenas G.

Para el cálculo del tránsito promedio diario se tendrá en cuenta solo los autos, buses y camiones (C2-P y C2-G).

Tabla 29. Cantidad y porcentaje de vehículos que pasaron en 4 días de aforo.

Tipo de vehículo	Total	Porcentaje
Autos	712	80.00%
Buses	87	9.78%
C2-P	62	6.97%
C2-G	29	3.26%
Total	890	100.00%

Fuente: Propia.

En la tabla número 29, se relaciona el tipo, la cantidad y el porcentaje de vehículos que transitaron durante los cuatro días de aforo y se realizó el cálculo del TDP:

$$TDP = \frac{\text{Autos} + \text{Buses} + \text{Camiones (C2 - P + C2 - G)}}{4} = \text{veh} \frac{\text{mixto}}{\text{dia}}$$

$$TDP = \frac{712 + 87 + (62 + 29)}{4} = 216 \text{ veh} \frac{\text{mixto}}{\text{dia}}$$

Se puede encontrar que el TDP (transito promedio diario) para el aforo de los cuatro días realizados es de $216 \text{ veh} \frac{\text{mixto}}{\text{dia}}$

12.4.3. CALCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES.

Es frecuente contar con poca o nula información de transito cuando una vía tiene bajos volúmenes de tránsito, cuando se tiene este caso particular los componentes del tránsito se pueden determinar a partir de un conteo vehicular (21).

Se realiza el cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en base a la fórmula planteada en el Manual de Pavimentos Asfálticos del INVIAS cuando no existe serie histórica de tránsito:

$$N_{80 \text{ KN carril de (normal)}} = 365 \text{ días/año} \times \left[\sum_{ki=1} (Veh \text{ día/ambasdir} \times \%V \times FDi) \right] \times Fd.$$

Dónde:

Fd= Factor direccional

FD= Factor de daño

%V = Porcentaje de vehículos, buses y camiones.

- Factor de daño (FD): El factor de daño es el análisis de cargas por eje de los vehículos, este factor de daño se debe utilizar para el cálculo de ejes equivalente a 80 KN (21), como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30. Factor daño por tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	Factor de daño (FD)	
	Vacío	Cargado
Autos		0.0
Bus grande		1.0
C2p	0.01	1.01
C2g	0.08	2.72
C3-C4	0.24	3.72
C5	0.25	4.88
> C5	0.26	5.23

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito. INVIAS

- Factor direccional (fd): Para la determinación del factor direccional se tiene en cuenta el ancho de la vía, como se indica en el 1 Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito. INVIAS. Ver tabla 31.

Tabla 31. Tránsito por adoptar para el diseño según el ancho de la calzada.
Factor direccional (Fd).

Ancho de la calzada	Tránsito de diseño	Fd
Menos de 5 m	Total en los dos sentidos	1.0
Igual o mayor de 5 m y menor de 6 m	3/4 del total en los dos sentidos	0.75
Igual o mayor de 6 m	1/2 del total en los dos sentidos	0.50

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito. INVIAS.

De la tabla número 28 se tomó el factor de daño, para cada uno de los vehículos encontrados en el aforo vehicular y de la tabla número 31, se toma un factor direccional de 0.5, esto se debe a las características de la vía en estudio, ya con estos datos se procede a realizar el cálculo de los ejes equivalentes a 8.2 toneladas.

Tabla 32. Factores de daño por vehículos.

Tipo de vehículo	Total	Porcentaje	Factor de daño	%Daño
Autos	712	80.00%	0	0
Buses	87	9.78%	1	0.0978
C2-P	62	6.97%	1.01	0.0704
C2-G	29	3.26%	2.72	0.0886
Total	890	100.00%	-	-

Fuente: Propia.

$$N_{\text{eje 8.2 ton (2020)}} = 890 * 365 * (1 * 0.0978 + 1.01 * 0.0704 + 2.72 * 0.0886) * 0.5$$

$$N_{\text{eje 8.2 ton (2020)}} = 66576 \text{ ejes equivalentes a 8.2 ton.}$$

Reemplazando los datos obtenidos en la ecuación, se obtiene que, el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en la vía que conecta a la vía principal Villeta-la vega con el corregimiento de Tobia para el año 2020 son de 66576.

12.4.4. CÁLCULO DEL TRÁNSITO FUTURO.

Al paso de los años el crecimiento de la población y de la economía de la región aumenta el volumen del tránsito, en su mayor parte por el transporte de alimentos y de turistas, por lo mencionado anteriormente es importante calcular el volumen de tránsito futuro que circulara en la vía en estudio, a partir del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas del año 2020 y realizar una proyección de 5 años (2025).

- Nivel de tránsito: En el Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito de INVIAS, el tránsito de diseño se clasifica en 2 niveles, en función al número de ejes equivalentes a 8.32 ton, previstos durante el periodo de diseño, en el carril de diseño.

Tabla 33. Niveles de tránsito.

Nivel de tránsito	Número de ejes equivalentes de 80 kN durante el período de diseño en el carril de diseño
T1	< 150.000
T2	150.000 - 500.000

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito. INVIAS.

- Periodo de diseño: Teniendo en cuenta de que no existe una serie histórica de tránsito para una determinación exacta de número de ejes equivalentes a 8.2 ton, en base a lo expuesto anteriormente, se toma un periodo de diseño de 5 años, como se indica en el documento de Mejoramiento de vías terciarias - vías de tercer orden del DNP (Departamento nacional de planeación) y el MINTRANSPORTE (Ministerio de transporte).


 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria QUE CONECTA A LA VÍA PRINCIPAL VILLETA-LA VEGA CON EL CORREGIMIENTO DE TOBIA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE NIMAIMA LOCALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

Tabla 34. Criterios para la implementación del proyecto tipo de mejoramiento de vía terciaria.

Aspecto	Detalle	Requisito
Tipo de Vía	De tercer orden (terciaria)	Identificar que la vía a intervenir sea de tercer orden, de acuerdo a la resolución 1530 de 2017 de Mintransporte
Tránsito	TPD máximo permitido (veh. mixtos/día)	Máx. 500 veh/día
	Máxima cantidad de vehículos comerciales (buses y camiones) que transitan durante el día.	95 veh. comerciales equivalentes/día
Periodo de diseño	Años	5
Pendiente Longitudinal	Para implementación de soluciones diferentes a placa huella	menor o igual al 10%
	Para considerar uso de placa huella	pendiente superior al 10%
Capacidad portante subrasante	CBR de la subrasante ^a	Mayor al 3%

Fuente: Mejoramiento de vías terciarias - vías de tercer orden del DNP (Departamento nacional de planeación) y el MINTRANSPORTE (Ministerio de transporte).

- Determinación del nivel de la tasa de crecimiento: En caso de no disponer de una serie historia de datos, para realizar la proyección del volumen de tránsito futuro, se puede establecer la tasa de crecimiento a partir de análisis de las series históricas del INVIAS para carreteras con ambos volúmenes de tránsito (21), como se muestra en la tabla 35.

Tabla 35. Tasas promedio de crecimiento de tránsito.

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito. INVIAS.

Determinando los datos del nivel del tránsito (T1), tasa de crecimiento (2%) y periodo de diseño (5 años), se procede a realizar el cálculo del número acumulado de ejes equivalentes, en el carril de diseño para el periodo de diseño, descrito en Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito de INVIAS.

$$N_{80kn \text{ carril de diseño (normal) acumulado}} = N_{80kn \text{ carril de diseño (normal) año base}} * \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Tabla 36. Numero de ejes equivalentes por año.

Año	Nejes8.2ton
2021	66576
2022	134483
2023	203749
2024	274400
2025	346464

Fuente: Propia.

Con una tasa de crecimiento del 2% y un periodo de diseño de 5 años, el número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas, para el periodo proyectado entre el año 2020 y 2025 es de 346464, por lo tanto, la vía en estudio tiene un nivel de transito de T2.

12.5. RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO.

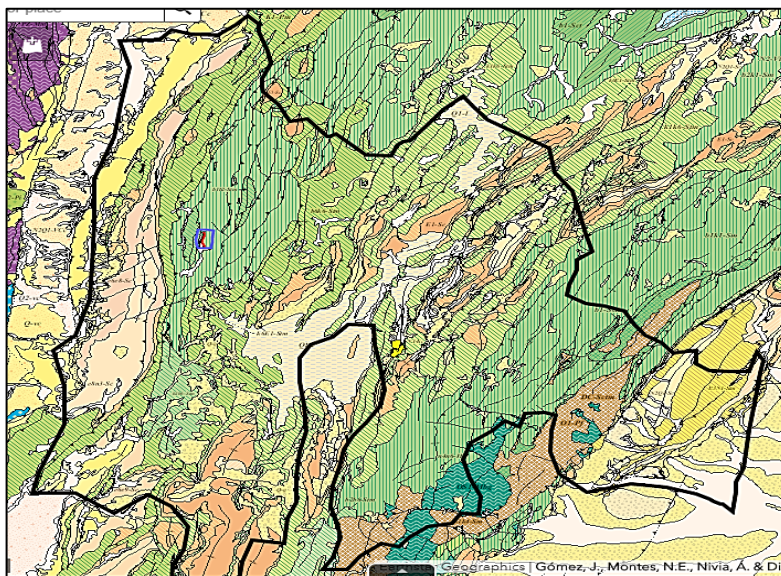
12.5.1 GEOLOGÍA DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

El departamento de Cundinamarca este compuesto por diferentes tipos de suelos, la siguiente información fue extraída con ayuda de la herramienta Geoportal, que suministra el Servicio Geológico Colombiano.

- Arenitas feldespáticas y líticas.
- Arcillolitas y conglomerados con abundantes líticos de andesitas y dacitas.
- Depósitos aluviales y de llanuras aluviales.
- Arenitas líticas con intercalaciones de arcillolitas de color gris verdoso y conglomerados.
- Lutita, calizas, arenitas, roca y fosforitas.
- Lutita con yeso y arenitas.
- Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas.

- Arcillas, turbas, y arcillas arenosas con niveles delgados de gravas. Localmente, capas de depósitos de diatomeas.
- Conglomerados y arenitas poco consolidadas con matriz ferruginosa y arcillosa. También arcillolitas con intercalaciones de limolitas, lodolitas arenosas y arenitas.
- Depósitos glaciares.
- Filitas, esquistos, cuarcitas, pizarras, meta conglomerados, meta limolitas y mármoles.
- Cuarzo arenitas, arcillolitas, lodolitas grises y, ocasionalmente, calizas y conglomerados.
- Cuarzo arenitas, arcillolitas, lodolitas grises y, ocasionalmente, calizas y conglomerados.

Ilustración 17. Mapa geológico de Cundinamarca.

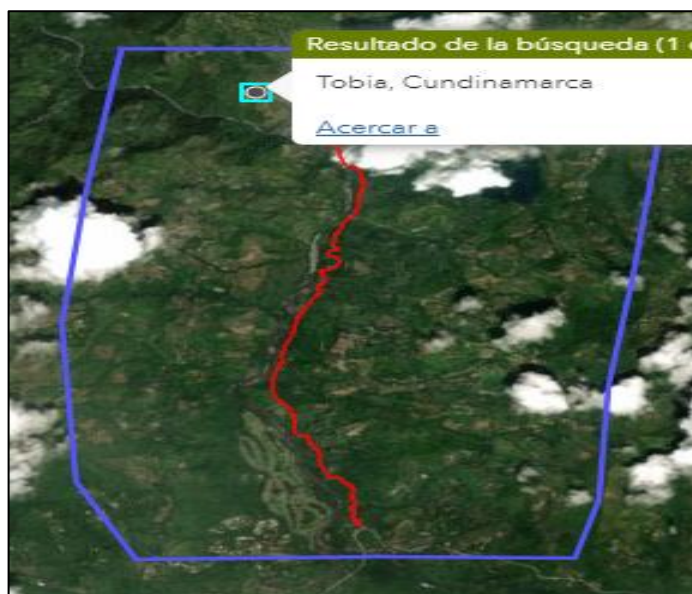


Fuente: INGEOMINAS.

12.5.2 RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DEL ÁREA CORRESPONDIENTE A LA VÍA EN ESTUDIO.

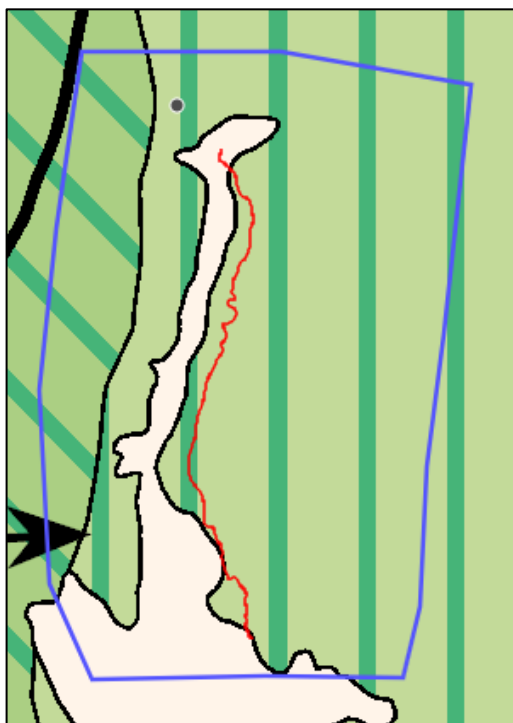
En las siguientes imágenes, se observa el área analizada en color azul y de la vía en color rojo, en tabla 37 se describe la geología descrita en el portal de INGEOMINAS.

Ilustración 18. Área y eje de la vía en la zona en estudio.






Fuente: Google Earth Pro.

Ilustración 19. Área y eje de la vía, en la zona de estudio.



Fuente: INGEOMINAS.

Tabla 37. Geología de la zona de estudio.

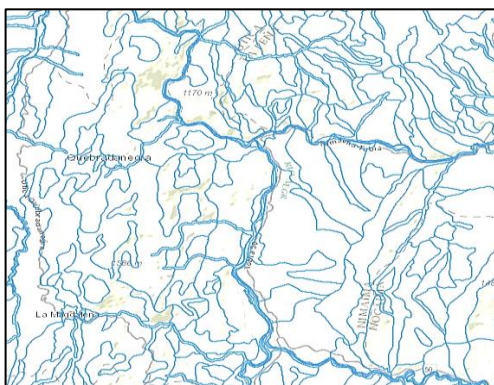
Convención	Tipo de Material	Edad
	Cuarzo arenitas, arenitas feldespáticas o líticas, gradadas, finas a conglomeráticas, e intercalaciones rítmicas de lutitas y calizas al tope.	Berriasiano - Valanginiano.
	Depósitos aluviales y de llanuras aluviales.	Cuaternario.
	Lutitas con yeso, rocas sedimentarias, calizas y arenitas.	Valanginiano-Albiano.

Fuente: INGEOMINAS, adaptación propia.

12.5.3 RECONOCIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SUELOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

La siguiente descripción de los suelos ubicados en los laterales de la vía, se obtuvo mediante la herramienta open data de la CAR (Corporación Autónoma Regional), la Información cartográfica del estudio semi detallado de suelos, fue generado por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Para la cuenca del Río Negro, el cual está ubicado al costado izquierdo de la vía en estudio.

Ilustración 20. Capacidad de suelos.



Fuente: http://opendata-carcundinamarca.opendata.arcgis.com/maps/edit?content=a7a2d14340ca4e2a91d35eed033a9b3c_0 (Corporación Autónoma Regional)






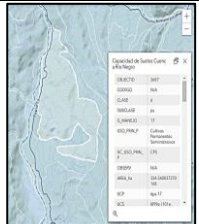

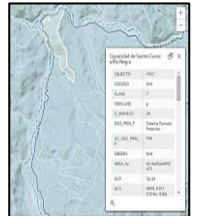



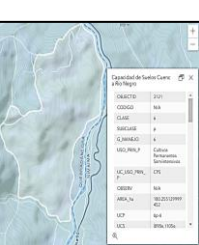

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobía perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
--	--	--------------------

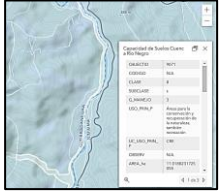
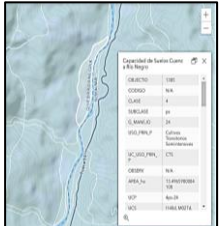
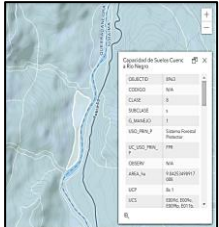
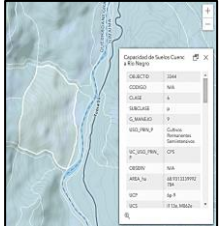
Tabla 38. Tipo de suelos.


Ubicación	Uso del Suelo	Características	Principales Limitantes
	Cultivos permanentes semi intensivos.	Clima cálido, húmedo, relieve ligeramente escarpado, suelos moderadamente superficiales a profundos, bien drenados, texturas finas y moderadamente finas, fertilidad natural baja a alta.	Pendientes ligeramente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil (35-60%) y fertilidad natural muy baja y baja
	Sistema forestal productor.	Clima cálido, húmedo, relieve ligeramente escarpado, suelos moderadamente superficiales y profundos, bien drenados, texturas finas, fertilidad natural moderada.	Pendientes ligeramente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil (35-60%) y pedregosidad superficial (15-50%).
	Cultivos transitorios semi intensivos.	Clima cálido, húmedo, relieve fuertemente inclinado, suelos profundos, bien drenados, texturas finas, fertilidad natural alta y muy alta.	Pendientes fuertemente inclinadas y clase por tamaño de partícula (fina).
	Sistema forestal protector.	Clima cálido, húmedo, relieve moderadamente escarpado, suelos moderadamente superficiales a profundos, bien drenados, contenidos abundantes de fragmentos de roca dentro del perfil, texturas moderadamente finas y finas, fertilidad muy alta a baja.	Pendientes moderadamente escarpadas y abundantes fragmentos de roca dentro del perfil.
	Cultivos permanentes semi intensivos.	Clima cálido, húmedo, relieve ligeramente escarpado, suelos moderadamente superficiales a profundos, bien drenados, texturas finas y moderadamente finas, fertilidad natural baja a alta.	Pendientes ligeramente escarpadas, fragmentos de roca en el perfil (35-60%) y fertilidad natural muy baja y baja.

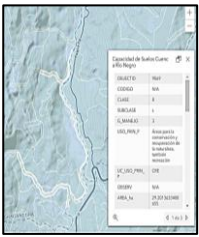
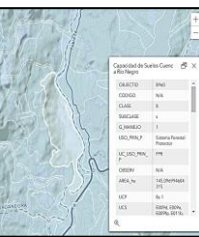
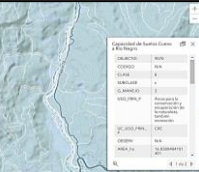
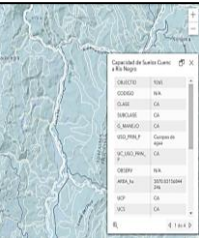
 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
--	--	--------------------

	<p>Sistema forestal protector.</p>	<p>Clima cálido, húmedo, relieve moderadamente escarpado, suelos moderadamente superficiales a profundos, bien drenados, contenidos abundantes de fragmentos de roca dentro del perfil, texturas moderadamente finas y finas, fertilidad muy alta a baja.</p>	<p>Pendientes moderadamente escarpadas y abundantes fragmentos de roca dentro del perfil.</p>
	<p>Zonas urbanas.</p>		
	<p>Zonas urbanas.</p>		
	<p>Sistemas agro silvícolas.</p>	<p>Clima cálido, húmedo, relieve moderadamente escarpado, suelos moderadamente superficiales a profundos, bien drenados, texturas moderadamente finas, moderadamente gruesas y finas, fertilidad muy alta a moderada.</p>	<p>Pendientes moderadamente escarpadas.</p>
	<p>Cultivos permanentes semi intensivos.</p>	<p>Clima cálido, húmedo, relieve ligeramente escarpado, suelos profundos y moderadamente profundos, bien drenados, texturas finas, fertilidad natural moderada a muy alta.</p>	<p>Pendientes ligeramente escarpadas y clase por tamaño de partícula (fina).</p>

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
--	--	--------------------

	<p>Áreas para la conservación y recuperación de la naturaleza, también recreación.</p>	<p>Clima extremadamente frío, muy frío, frío, templado y cálido, húmedo y muy húmedo, relieve ligeramente y moderadamente escarpado, con muy abundantes afloramientos rocosos.</p>	<p>Afloramientos rocosos (>90%) y pedregosidad superficial (>90%).</p>
	<p>Cultivos transitorios semi intensivos.</p>	<p>Clima cálido, húmedo, relieve fuertemente inclinado, suelos profundos y moderadamente profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas y finas, fertilidad natural muy alta, alta y baja.</p>	<p>Pendientes fuertemente inclinadas y fragmentos de roca en el perfil (15-35%).</p>
	<p>Sistema forestal protector.</p>	<p>Clima muy frío y cálido, húmedo y seco, relieve ligeramente plano a moderadamente escarpado, suelos muy superficiales y superficiales, bien drenados, con fragmentos de roca extremadamente abundantes, fertilidad natural baja y muy baja.</p>	<p>Fragmentos de roca en el perfil (>90%) y profundidad efectiva muy superficial.</p>
	<p>Cultivos permanentes semi intensivos.</p>	<p>Clima cálido, húmedo, relieve ligeramente escarpado, suelos superficiales, bien drenado, texturas moderadamente finas y moderadamente gruesas, fertilidad natural moderada y baja.</p>	<p>Pendientes ligeramente escarpadas y profundidad efectiva superficial.</p>

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
--	--	--------------------

	<p>Áreas para la conservación y recuperación de la naturaleza, también recreación.</p>	<p>Clima extremadamente frío, muy frío, frío, templado y cálido, húmedo y muy húmedo, relieve ligeramente y moderadamente escarpado, con muy abundantes afloramientos rocosos.</p>	<p>Afloramientos rocosos (>90%) y pedregosidad superficial (>90%).</p>
	<p>Sistema forestal protector.</p>	<p>Clima muy frío y cálido, húmedo y seco, relieve ligeramente plano a moderadamente escarpado, suelos muy superficiales y superficiales, bien drenados, con fragmentos de roca extremadamente abundantes, fertilidad natural baja y muy baja.</p>	<p>Fragmentos de roca en el perfil (>90%) y profundidad efectiva muy superficial.</p>
	<p>Áreas para la conservación y recuperación de la naturaleza, también recreación.</p>	<p>Clima extremadamente frío, muy frío, frío, templado y cálido, húmedo y muy húmedo, relieve ligeramente y moderadamente escarpado, con muy abundantes afloramientos rocosos.</p>	<p>Afloramientos rocosos (>90%) y pedregosidad superficial (>90%).</p>
	<p>Cuerpos de agua.</p>		

Fuente: http://opendata-carcundinamarca.opendata.arcgis.com/maps/edit?content=a7a2d14340ca4e2a91d35eed033a9b3c_0 – Adaptación propia

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

12.5.4. HIDROGRAFÍA EN LA ZONA DE ESTUDIO.

La vía se encuentra ubicada al norte del departamento de Cundinamarca, dentro de la cuenca hidrográfica del Río Negro, la cual hace parte de la hoya hidrográfica del Río Magdalena, su área es de 4235.24 km², limita al norte con el departamento de Boyacá, al sur con la cuenca del Río Bogotá, al oriente con la cuenta del Río Minero y al occidente con la cuenca del Río Magdalena.

Algunos de los municipios que comprenden la cuenca son, Bituima, Caparrapí, Guayabal de Siquima, La Peña, Nimaima, Pacho, Quebrada Negra, Sasaima, Topaipí, Vergara, Villeta, entre otros.

A lo largo del Río Negro, se pudo observar el tipo de valles y montañas que lo constituyen, estos están formados por laderas coluviales, llanuras aluviales y topografía variable (ondulada a quebrada y escarpada). La cuenca presenta inestabilidad con procesos de remoción, deslizamientos y desplomes, que se originan por los diferentes tipos de suelos, entre otros factores.

La cuenta tiene una variación de altitud entre 800 a 3600 msnm, sus temperaturas oscilan entre 8°C A 26°C, su régimen de lluvia es de tipo bimodal de aproximadamente 1923 mm anuales, está compuesta por 16 subcuencas:

- Subcuenca Río Bajo Negro.
- Subcuenca Río Guaguaquí.
- Subcuenca Río Terán.
- Subcuenca Río Macopany.
- Subcuenca Río Cambrás.
- Subcuenca Quebrada Guatachí.
- Subcuenca Río Guaduoero.
- Subcuenca Río Medio Negro.
- Subcuenca Río Patá.
- Subcuenca Quebrada Negra.
- Subcuenca Quebrada Terama.
- Subcuenca Río Medio Negro.
- Subcuenca Río Tobia.
- Subcuenca Río Pinzaima.
- Subcuenca Río Murca.
- Subcuenca Río Alto Negro.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria QUE CONECTA A LA VÍA PRINCIPAL VILLETÁ-LA VEGA CON EL CORREGIMIENTO DE TOBIA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE NIMAIMA LOCALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

12.6. INSPECCIÓN VISUAL.

Se realizó la inspección visual en un recorrido a pie de 6.204 Km, lo que corresponde a la longitud total de la vía que conduce a Tobia Grande desde la autopista Medellín, el abscisado de la vía en campo se realizó con un odómetro, cada 100 metros.

La relación de los datos obtenidos de la inspección vial, se llevaron a cabo en los formatos de guía para el desarrollo de un diagnóstico de vías terciarias y seguimiento de proyectos en ejecución, mediante la participación ciudadana, el cual fue un proyecto de grado presentado a la Universidad Católica de Colombia, estos formatos fueron solicitados y obtenidos gracias a la ayuda del ingeniero Heberto Rincón Rodríguez. Los autores de los formatos fueron la señora Nancy Herrera Estepa y los señores John Alexander Garzón Sánchez y Heberto Rincón Rodríguez.


Ilustración 21. Inspección visual en campo.



Fuente: Propia.


 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

Se realizara una breve descripción de los formatos utilizados para mostrar de qué se compone cada uno. La información de la inspección visual de la vía en estudio es muy extensa, por lo cual la información completa se encontrara en el anexo número 1.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el corregimiento de Tobia perteneciente al municipio de Nimaima localizado en el departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------


12.6.1. FORMATO ESTADO DE LA VÍA.

Tabla 39. Formato del Estado de la Vía.

		FORMATO N. 8 ESTADO DE LA VIA																						
		Derechos reservados de autores: Nancy Herrera Estepa, Jhon Alexander Garzon Sánchez, Heberto Rincón Rodríguez																						
		FECHA:15-4-20			CODIGO DE LA VIA: -			NOMBRE DE LA VIA: Via que conduce a Tobia desde la via La Vega- Villeta.																
		MUNICIPIO: Nimaima			CODIGO MUNICIPIO: 25489			DEPARTAMENTO: Cundinamarca- Colombia																
NUMERO CONSECUTIVO	LOCALIZACION-COORDENADAS			DIRECCION	DATO POSTERIOR AL DIBUJO		ANCHO DE CALZADA (m)	TRAMO		TIPO DE SUPERFICIE					ESTADO			IZQ.	DER.	OBSERVACION	FOTO N.	VIDEO N.		
	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PUNTOS CARDINALES	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL		PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL	TIERRA	AFIRMADO	PLACAHUELLA	ADOQUIN	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	OTRO	BUENA						REGULAR	MALA


Fuente: Universidad Católica de Colombia.

La primera parte del formato del estado de la vía, está conformado por la información general vial, su ubicación, código y nombre, posterior mente de izquierda a derecha se puede observar las coordenadas, el tipo de superficie de la vía, su estado actual, carril en donde se encuentra la novedad, observaciones, consecutivo fotográfico y, por último, en la parte inferior del formato se encuentra quien elaboro la inspección vial.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
--	--	--------------------

12.6.2. FORMATO DE HIDROLOGÍA.

Tabla 40 Formato de Hidrología.

		FORMATO N. 6 HIDROLOGIA																									
		Derechos reservados de autores: Nancy Herrera Estepa, Jhon Alexander Garzon Sánchez, Heberto Rincón Rodríguez																									
		FECHA: 15-4-20						CODIGO DE LA VIA: -						NOMBRE DE LA VIA: Via que conduce a Tobia desde la via La Vega- Villeta.													
		MUNICIPIO: NIMAIMA						CODIGO DEL MUNICIPIO: 25489						DEPARTAMENTO: CUNDINAMARCA													
NUMERO CONSECUTIVO	LOCALIZACION- PUNTO DERECHA			LOCALIZACION- PUNTO IZQUIERDA			DIRECCION	DATO POSTERIOR AL DIBUJO		ARROYO		CAÑO		QUEBRADA		BRAZO DE AGUA		RIO		LAGUNA		HUMEDAL		OTRO		FOTO N.	VIDEO N.
	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PUNTOS CARDINALES	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	IZQUIERDA A DERECHA	DERECHA A IZQUIERDA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA		

Fuente: Universidad Católica de Colombia.

La primera parte del formato de hidrología, está conformado por la información general vial, su ubicación, código y nombre, posterior mente de izquierda a derecha se puede observar las coordenadas y el sitio en donde se encuentra la novedad, abscisa inicial y final, la descripción hidrológica, consecutivo fotográfico, por último, en la parte inferior del formato se encuentra quien elaboro la inspección hidrológica.

12.6.4. INSPECCIÓN DE SEÑALES DE TRÁNSITO.

En la inspección visual del corredor en estudio, se realizó un inventario general de las señales de tránsito, con el fin de determinar su estado actual y ubicación.

La tabla número 33 muestra los tipos de señales de tránsito verticales existentes, con sus respectivas especificaciones, un dato importante para resaltar es que la vía no cuenta con señalización horizontal, en la zona de pavimento flexible.

Tabla 42. Inventario señales de tránsito.

	Abscisa	K0+378.9
	calzada	Derecha
	Tipo señal	Velocidad máxima
	Funcionalidad	Regular
	Observaciones	Señal de tránsito que no se encuentra fija al suelo y en un nivel muy bajo, generando poca visibilidad a la señal.
	Abscisa	K2+527.5
	calzada	Derecha
	Tipo señal	Reductor de velocidad.
	Funcionalidad	Regular
	Observaciones	Falta de mantenimiento, señal se observa inclinada hacia atrás
	Abscisa	K5+849.9
	calzada	Derecha
	Tipo señal	Precaución
	Funcionalidad	Buena
	Observaciones	Ninguna.
	Abscisa	K6+050
	calzada	Derecha
	Tipo señal	Velocidad máxima.
	Funcionalidad	Regular
	Observaciones	Señal de tránsito se encuentra inclinada hacia delante y doblada en la parte superior.

Fuente: Propia.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

Se evidencia pocas señales de tránsito en la vía (Cuatro) y la falta de mantenimiento por parte del ente gubernamental encargado. Con la información mencionada anteriormente se podría considerar, que la poca señalización, es un estado crítico de la vía, ya que sin señales de tránsito se pueden generar incidentes o accidentes de tránsito, generando inseguridad a los usuarios.

12.7. DIAGNOSTICO VIAL.

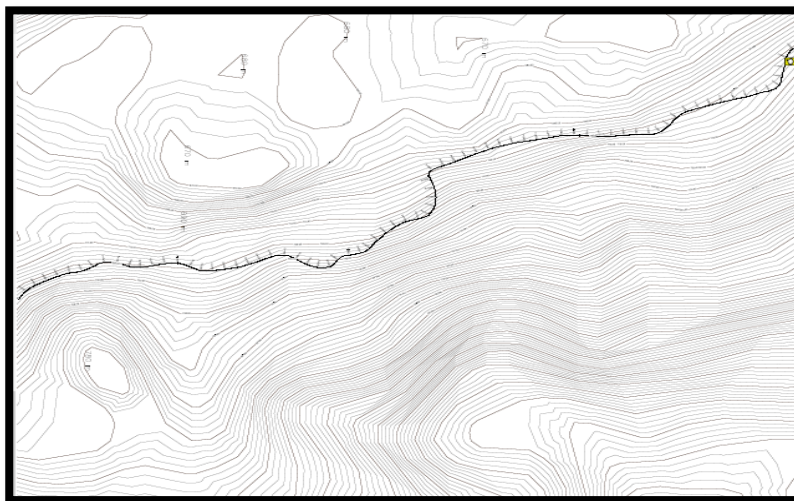
Se realizó el diagnóstico de la vía en estudio en cuatro tramos, esto con el objetivo de dar un concepto claro de su estado actual, a partir de un inventario vial (puntos críticos, obras de arte, señales de tránsito, curvas horizontales, pendientes), para cada tramo.

12.7.1. TRAMO NÚMERO 1.

Longitud: 1.5 Km.

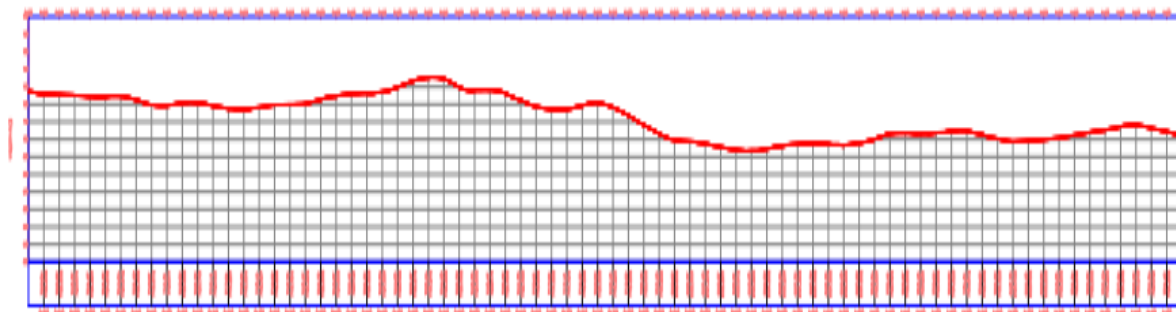
El primer tramo de la vía analizado consta de 1.5 km, en sentido sur – norte, inicia en el K0 + 000 de la vía que conduce a Tobia grande, desde la Autopista Medellín, este tramo termina en la abscisa K1 + 500.

Ilustración 22. Vista en planta, K0+000 – K1+500.



Fuente: Fuente: Google Earth Pro, adaptación propia.

Ilustración 23. Vista perfil, K0+000 – K1+500.



Fuente: Propia.

12.7.1.1. Curvas: Está compuesto por 18 curvas horizontales, 14 simples y 4 compuestas, se puede analizar en este tramo que, el 95.45% de los radios cumple y el 4.5% no cumple, con el radio mínimo establecido para carreteras terciarias, con velocidades específicas de 30 km/h, ver tabla 20.

12.7.1.2. Rectas: Está compuesto por 15 rectas, se puede analizar en el tramo que, el 93.33 % de las rectas cumple y el 6.6 % no cumple, con la entre tangencia mínima establecida para curvas circulares del mismo o diferente sentido, ver tabla 20.

12.7.1.3. Pendientes: Está compuesto por 17 pendientes, la pendiente máxima en este tramo es del 22.8% y la mínima es del 4.11%, también se puede observar que, de todas las pendientes, el 76.5% cumple (pendientes menores del 8%) y el 23.5% no cumple (pendientes mayores del 8%), con la pendiente máxima permitida para un terreno montañoso, ver tabla 21.

12.7.1.4. Obras de arte: Cuenta con, cunetas revestida en el costado derecho e izquierdo, sentido sur-norte en toda la longitud del pavimento flexible, 8 alcantarillas para drenaje transversal, 3 box culvert, 4 muros de contención y 1 alcantarilla para drenaje longitudinal para una intercepción vial.

12.7.1.5. Hidrología: Cuenta con 2 quebradas al costado derecho de la vía.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

12.7.1.6. Señales de tránsito: Cuenta con una señal al costado derecho, no se encuentran señales al costado izquierdo en sentido Sur-Norte.

12.7.1.7. Tipos de suelos: De acuerdo a la información extraída de la CAR, los tipos de suelos que predominan este tramo son, superficiales a profundos y bien drenados.

12.7.1.8. Descripción general de la vía: Este tramo cuenta con 462.7 metros de pavimento flexible y 1037.3 metros en afirmado, el ancho máximo de la calzada es de 7.3 metros y el mínimo es de 5 metros.

El diagnóstico para el tramo número 1 de la vía es estudio es regular, la mayoría de curvas y rectas cumplen con el parámetro mínimo exigido de radios y entre tangencias, la mayor parte del tramo de la vía es ancha y permite la circulación de vehículos en ambos sentidos a la vez, cuenta con obras de arte como, cunetas y alcantarillas, se evidencio en la visita a campo falta de mantenimiento (limpieza de vegetación y escombros), lo que impide un buen drenaje longitudinal y transversal, observando estancamiento de agua en algunas partes de la vía, solo se encontró una señal de tránsito lo que impide una circulación segura de los vehículos, una parte de este tramo está construido con pavimento flexible, en el que se pudo evidenciar que no cuenta con ningún tipo de señal horizontal y se encuentra en regulares condiciones, presentado grietas, ahuellamiento y hundimientos, también cuenta con una zona en afirmado con poca compactación, presentado partículas de suelo sueltas y generando deslizamientos a las llantas de los vehículos, en especial a las motocicletas. El perfil de la vía cuenta con inclinaciones muy altas entre el 8% y el 22.8%, la cota de elevación más alta es de 735.27 m.s.n.m y la más baja es del 693.56 m.s.n.m.

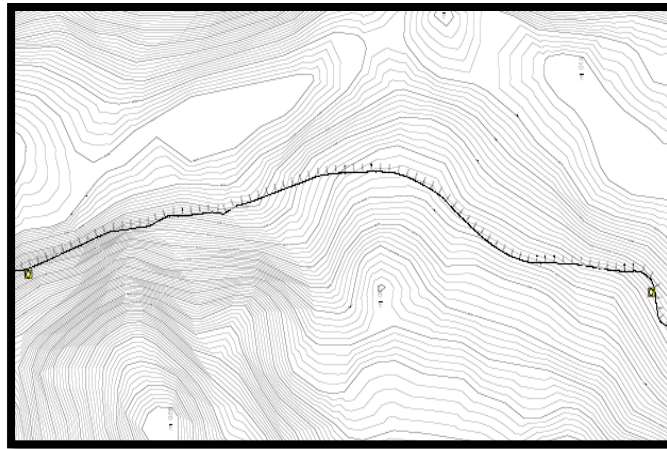
La recomendación para este tramo es realizar un nuevo alineamiento geométrico, ya que requiere un mejor diseño horizontal en planta y vertical por las características encontradas en el tramo, realizar un mantenimiento general del tramo (limpieza de las obras de arte) y, además, la instalación de señales de tránsito para brindar seguridad y comodidad a los usuarios.

12.7.2. TRAMO NÚMERO 2.

Longitud: 1.5 Km.

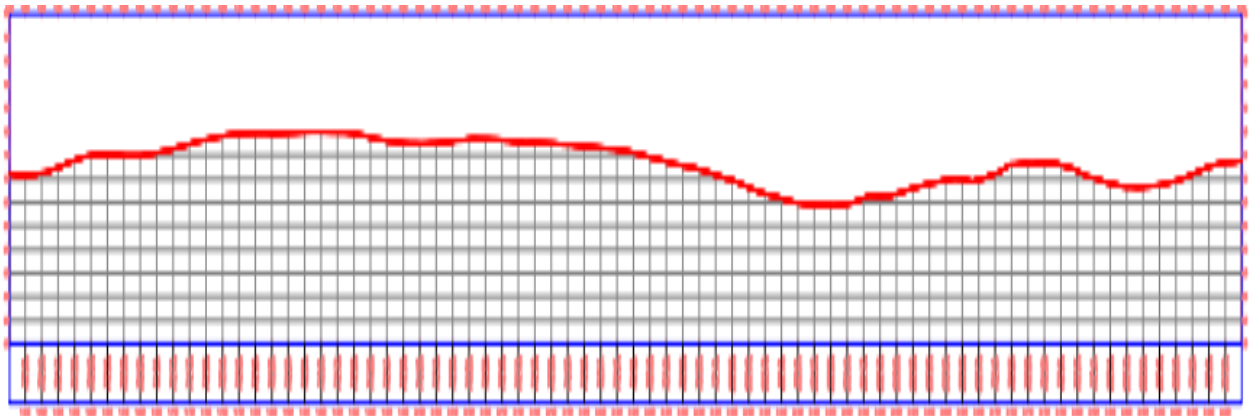
El segundo tramo de la vía analizado consta de 1.5 km, en sentido sur – norte, desde el K1+500, de la vía que conduce a Tobia grande, desde la autopista Medellín, hasta el K3+000.

Ilustración 24. Vista en planta, K1+500 - K3+000.



Fuente: Fuente: Google Earth Pro, adaptación propia.

Ilustración 25. Vista perfil, K1+500 - K3+000.



Fuente: Google Earth Pro, adaptación propia.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

12.7.2.1. Curvas: Está compuesto por 2 curvas horizontales simples, se puede analizar en el tramo que, el 95.45% de lo radios cumple y el 4.5% no cumple, con el radio mínimo establecido para carreteras terciarias con velocidades específicas de 30 km /hora, ver tabla 20.

12.7.2.2. Rectas: Está compuesto por 3 rectas, se puede ver que, el 66.6% de las rectas cumple y el 33.3% no cumple, con la entre tangencia mínima establecida para curvas circulares del mismo o diferente sentido, ver tabla 20.

12.7.2.3. Pendientes: Está compuesto por 30 pendientes, la pendiente máxima en este tramo es de 20.49 % y la mínima es del 0.07%, también se puede observar que, de todas las pendientes, el 63.4 % cumple (pendientes menores del 8 %) y el 36.6 % no cumple (pendientes mayores del 8 %), con la pendiente máxima permitida para un terreno montañoso, ver tabla 21.


12.7.2.4. Obras de arte: Cuenta con, 6 alcantarillas, 2 Box Culvert para drenaje transversal y 2 muros de contención.

12.7.2.5. Hidrología: Cuenta con una laguna al costado derecho de la vía y también se observa el Rio Negro al costado izquierdo.

12.7.2.6. Señales de tránsito: Cuenta con una señal al costado derecho, no se encuentran señales al costado izquierdo en sentido Sur-Norte.

12.7.2.7. Descripción general de la vía: Este tramo cuenta con 1500 metros de afirmado, el ancho máximo de la calzada es de 7.4 metros y el mínimo es de 3.5 metros.

12.7.2.7. Tipos de suelos: De acuerdo a la información extraída de la CAR, los tipos de suelos que predominan este tramo son, superficiales a profundos y bien drenados.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria QUE CONECTA A LA VÍA PRINCIPAL VILLETA-LA VEGA CON EL CORREGIMIENTO DE TOBIA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE NIMAIMA LOCALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

16.7.2.8. Puntos críticos:

Ilustración 26. Perdida de banca por erosión.



Fuente: Propia.

Ilustración 27. Derrumbes por inestabilidad de talud.



Fuente: Propia.

El diagnóstico para el tramo número 2 de la vía en estudio es desfavorable, se encuentra el punto más crítico de la vía, (ver ilustración número 20), perdida de la banca izquierda en sentido Sur – Norte, generado por la erosión del Rio Negro, se observaron dos derrumbes considerables (ver ilustración número 21), algunos tramos de la vía son angostos y no permite la circulación de vehículos en ambos sentidos a la vez, el tipo de obras de arte encontradas son alcantarillas y Box Culvert, se evidencio en la visita a campo, la falta de mantenimiento (limpieza de

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

vegetación y escombros), impidiendo el drenaje longitudinal y transversal, observando estancamiento de agua en algunas partes de la vía, solo se encontró una señal de tránsito lo que impide una buena circulación de los vehículos, la totalidad de este tramo es en afirmado, con poca compactación de la rasante, presentado partículas de suelo sueltas y generando deslizamientos a las llantas de los vehículos, en especial a las motocicletas. En el perfil de la vía cuenta con inclinaciones muy altas entre el 8% y el 20.49 %, la cota de elevación más baja es de 687.94 m.s.n.m y la más alta es del 720.00 m.s.n.m.

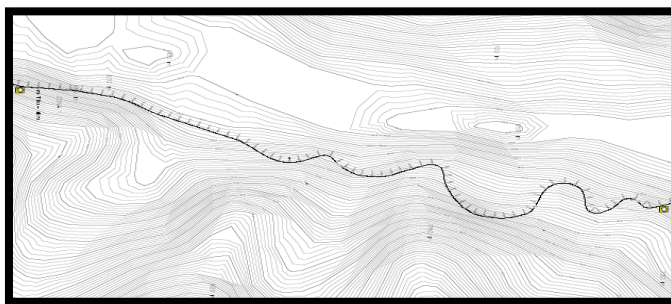
La recomendación para este tramo es realizar la adquisición de predios para algunas áreas de la vía, ya que se requiere ampliación, un nuevo alineamiento geométrico, en planta y vertical por las características encontradas en el tramo, realizar un mantenimiento general (limpieza de las obras de arte) y, además, la instalación de señales de tránsito para brindar seguridad y comodidad a los usuarios e implementación de muros de contención y estabilidad de talud en las zonas críticas

12.7.3. TRAMO NÚMERO 3.

Longitud: 1.5 Km.

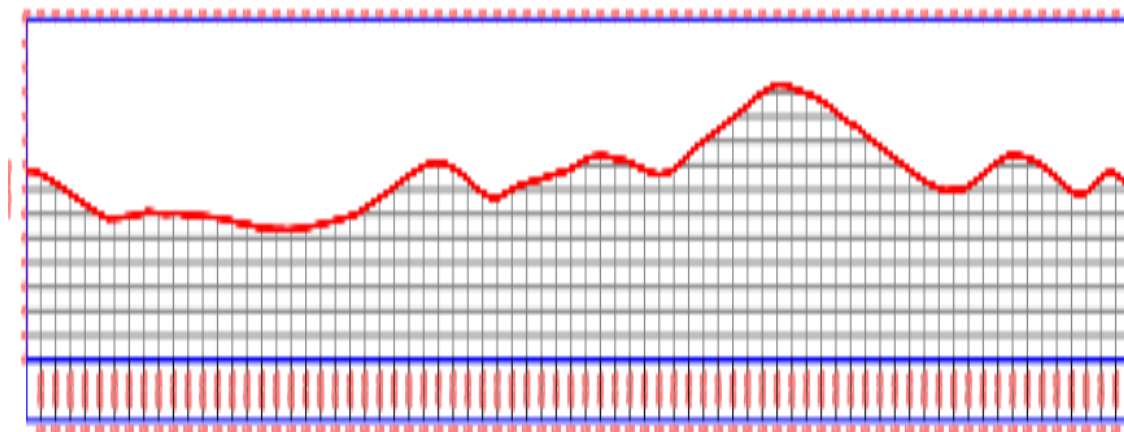
El tercer tramo de la vía analizado consta de 1.5 km, en sentido Sur – Norte, desde el K3+000, de la vía que conduce a Tobia grande, desde la autopista Medellín, hasta el K4+500.

Ilustración 28. Vista en planta, K3+000 - K4+500.



Fuente: Propia.

Ilustración 29. Vista perfil, K3+000 - K4+500.




Fuente: Propia.

12.7.3.1. Curvas: Está compuesto por 11 curvas horizontales, 1 es simple y 10 compuestas, se puede analizar en este tramo que, el 90.9 % de los radios cumple y el 9.1 % no cumple, con el radio mínimo establecido para carreteras terciarias con velocidades específicas de 30 km / hora, ver tabla 20.

12.7.3.2. Rectas: Está compuesto por 10 rectas, se puede analizar en este tramo que, el 20 % de las rectas cumple y el 80 % no cumple, con la entre tangencia mínima establecida para curvas circulares del mismo o diferente sentido, ver tabla 19.

12.7.3.3. Pendientes: Está compuesto por 35 pendientes, la pendiente máxima en este tramo es de 34.6 % y la mínima es del 1.35 %, también se puede observar que, de todas las pendientes, el 20 % cumple (pendientes menores del 8 %) y el 80 % no cumple (pendientes mayores del 8 %), con la pendiente máxima establecida para un terreno montañoso, ver tabla 21.

12.7.3.4. Obras de arte: Cuenta con, 2 muros de contención y 1 cuneta en el costado derecho con una longitud de 50 metros.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

12.7.3.5. Hidrología: Río negro al costado izquierdo.

12.7.3.6. Señales de tránsito: Sin existencias de señales de tránsito.

12.7.3.7. Descripción general de la vía: Este tramo cuenta con 394.4 metros de pavimento flexible y 1105.6 metros en afirmado, el ancho máximo de la calzada es de 6.5 metros y el mínimo es de 3.42 metros.

12.7.3.8. Tipos de suelos: De acuerdo a la información extraída de la CAR, los tipos de suelos que predominan este tramo son, superficiales a profundos y bien drenados.

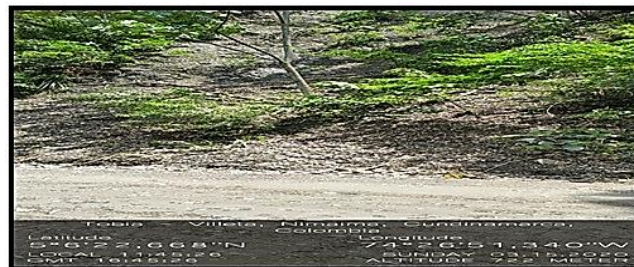
12.7.3.8 Puntos críticos:

Ilustración 30. Derrumbe por inestabilidad de talud.



Fuente: Propia.

Ilustración 31. Derrumbe por inestabilidad de Talud.



Fuente: Propia.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

El diagnóstico para el tramo número 3 de la vía en estudio es desfavorable, se encontraron puntos críticos, dos derrumbes, (ver ilustración número 24 y 25), algunas partes del tramo la vía es angosta y no permite la circulación en ambos sentidos a la vez, cuenta con muy pocas obras de arte, lo que genera estancamiento de agua en algunas partes de la vía, el tramo no cuenta con señales de tránsito, esta tramo cuenta con pavimento flexible en el que se pudo evidenciar que no cuenta con ningún tipo de señal horizontal y se encuentra en muy malas condiciones, una parte de este tramo está construido con pavimento flexible, en el que se pudo evidenciar que no cuenta con ningún tipo de señal horizontal y se encuentra en regulares condiciones, presentado grietas, ahuellamiento y hundimientos, también cuenta con una zona en afirmado con poca compactación, presentado partículas de suelo sueltas y generando deslizamientos a las llantas de los vehículos, en especial a las motocicletas. En el perfil de la vía cuenta con inclinaciones muy altas entre el 8% y el 34.6 %, la cota de elevación más alta es de 687.94 m.s.n.m y la más baja es del 720.00 m.s.n.m.

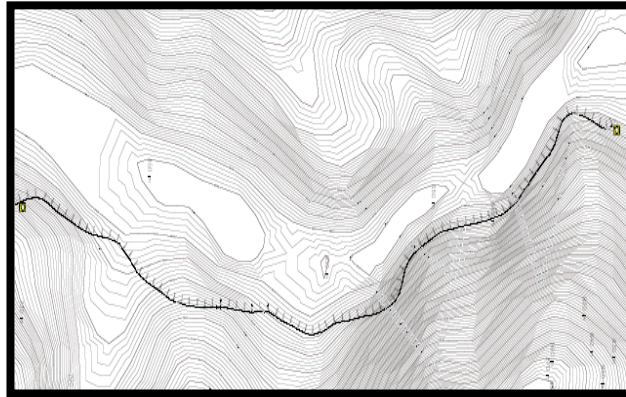
La recomendación para este tramo es realizar la adquisición de predios para algunas áreas de la vía, ya que se requiere ampliación, un nuevo alineamiento geométrico, en planta y vertical por las características encontradas en el tramo, construcción de obras de arte y, además, la instalación de señales de tránsito para brindar seguridad y comodidad a los usuarios, estabilidad de talud en las zonas críticas.

12.7.4. TRAMO NÚMERO 4.

Longitud: 1.704 Km.

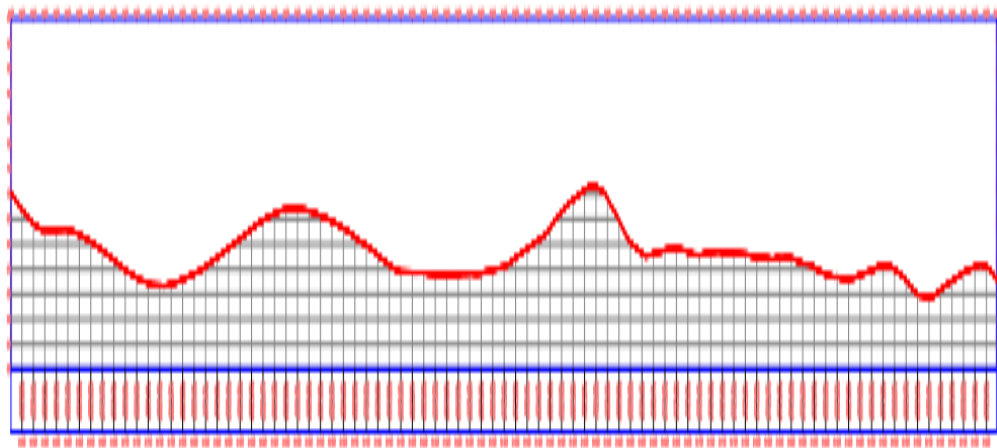
El último tramo de la vía analizado consta de 1.5 km, en sentido sur – norte, desde el K4+500, de la vía que conduce a Tobia grande, desde la autopista Medellín, hasta el K6+204, llegando al corregimiento de Tobia

Ilustración 32. Vista en planta, K4+500 - K6+204.



Fuente: Google Earth Pro, adaptación propia.

Ilustración 33. Vista perfil, K4+500 - K6+204.



Fuente: Google Earth Pro, adaptación propia.

El último tramo de la vía analizado consta de 1.5 km, en sentido sur – norte, desde el K4+500, de la vía que conduce a Tobia grande, desde la autopista Medellín, hasta el K6+204, llegando al corregimiento de Tobia

12.7.4.1. Curvas: Está compuesto por 11 curvas horizontales, 3 son simples y 8 son compuestas, se puede analizar en este tramo que, el 95.45 % cumple y el 4.5 % no cumple, con el radio mínimo establecido para carreteras terciarias con velocidades específicas de 30 km / hora, ver tabla 20.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

12.7.4.2. Rectas: Está compuesto por 11 rectas, se puede analizar en este tramo que, el 27.27 % cumple y el 72.7 % no cumple, con la entre tangencia mínima establecida para curvas circulares del mismo o diferente sentido, ver tabla 20.

12.7.4.3. Pendientes: Está compuesto por 47 pendientes, la pendiente máxima en este tramo es de 48.53 % y la mínima es del 1.76 %, también se puede observar que, de todas las pendientes, el 17 % cumple (pendientes menores del 8 %) y el 83 % no cumple (pendientes mayores del 8 %), con la pendiente máxima permitida para un terreno montañoso, ver tabla 21.

12.7.4.4. Obras de arte: Cuenta con 1 puente en regular estado, con cuneta de, 532.9 metros de longitud en el costado derecho e izquierdo, 1 muro de contención en el costado izquierdo.


12.7.4.5. Hidrología: Río negro al costado izquierdo.

12.7.4.6. Señales de tránsito: Cuenta con dos señales al costado derecho, no se encuentran señales al costado izquierdo en sentido Sur-Norte.

12.7.4.7. Tipos de suelos: De acuerdo a la información extraída de la CAR, los tipos de suelos que predominan este tramo son, superficiales a profundos y bien drenados.

12.7.4.7. Descripción general de la vía: Este tramo cuenta con 532.9 metros de pavimento flexible y 1171.1 metros en afirmado, el ancho de la calzada en todo su trayecto es de 6.5 metros.


El diagnóstico para el tramo número 4 de la vía es el más desfavorable de todos los tramos, la gran mayoría de rectas no cumplen con el parámetro mínimo exigido para la entre tangencia, cuenta con pocas obras de arte (1 muro de contención, 1 puente y cunetas en ambos costados en la zona de pavimento flexible) se evidencio en la visita a campo falta de mantenimiento para las cunetas (limpieza de vegetación y escombros), lo que impide un buen drenaje longitudinal y transversal, observando estancamiento de agua en algunas partes de la vía, se

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

encontró solo dos señales de tránsito, una parte de este tramo está construido con pavimento flexible, en el que se pudo evidenciar que no cuenta con ningún tipo de señal horizontal y se encuentra en regulares condiciones, presentado grietas, ahuellamiento y hundimientos, también cuenta con una zona en afirmado con poca compactación, presentado partículas de suelo sueltas y generando deslizamientos a las llantas de los vehículos, en especial a las motocicletas. El perfil de este tramo cuenta con la pendiente más alta encontrada en la vía, que es del 48.53% y más del 80% de las inclinaciones encontradas, sobrepasan el parámetro máximo de pendientes permitido para un terreno montañoso, que es del 8%, la cota de elevación más alta es de 705.77 m.s.n.m y la más baja es del 659.452 m.s.n.m.

En este tramo de la vía, fue el único lugar donde se halla un puente, el cual se encuentra en muy mal estado general, se encontró que presenta múltiples patologías (grietas y fisuras en su zona de rodadura, deterioro del concreto, barandas de contención deterioradas y oxidadas, fallos en las juntas), también se evidencia la falta de mantenimiento y cuidado del puente.

La recomendación para este tramo es realizar un nuevo alineamiento geométrico, ya que requiere un mejor diseño horizontal en planta y en especial un nuevo alineamiento vertical por las características encontradas en el tramo, realizar un mantenimiento general del tramo y del puente (identificación de patologías presentadas en el puente, para realizar su respectivo arreglo), además, la instalación de señales de tránsito para brindar seguridad y comodidad a los usuarios.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

CONCLUSIONES.

- La información recopilada y expuesta en este documento, se obtuvo de diferentes fuentes de información en línea como, el Servicio Geológico Colombiano, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, SECOP II, entre otras, no fue posible obtener información de estudios, construcción inicial o mejoramientos realizados a la vía, la cual se solicitó por correo electrónico, a la Secretaria de Planeación de Nimaima, al consorcio encargado actualmente del mejoramiento de algunos tramos y al Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca, no se obtuvo respuesta, por lo tanto se trabajó con toda la información obtenida en línea y en la visita a campo.
- Durante las visitas a campo se logró recopilar datos exactos del estado actual de la vía, que se evidencia en el registro fotográfico y en los formatos utilizados. Durante la inspección visual se pudo determinar inicialmente que la vía no tiene un alineamiento adecuado, que permita que los vehículos transiten de forma cómoda y/o segura, los anchos de las calzadas medidos no cumplen el mínimo establecido en el Manual Geométrico de Carreteras, se observó puntos críticos como deslizamientos y pérdida de banca, ahuellamientos, hundimientos y agrietamientos en los tramos pavimentados, falta de mantenimiento en obras de arte, y poca señalización.
- Se estudió la información obtenida tanto de fuentes primarias como de fuentes secundarias, donde con ayuda de programas de diseño se obtuvo los radios de las curvas encontradas y el perfil correspondiente con el cual se obtuvieron las pendientes, se analizó toda la información recopilada y se concluyó que la vía no cumple con el diseño geométrico establecido para vías de tercer orden.
- De acuerdo al diagnóstico realizado, la vía se encuentra en condiciones regulares, se propone realizar un nuevo trazado geométrico en un futuro para toda la vía, que cumpla los parámetros establecidos para carreteras de segundo orden, esto con el fin de si se quiere pavimentar a futuro, realizar periódicamente mantenimiento de todas las obras de arte existentes, estabilidad de talud en los puntos donde se evidencio deslizamiento de tierra, construcción de muros de contención, instalación de señales de tránsito verticales y horizontales, rehabilitación de superficies de pavimento

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía Principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaia localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	---	--------------------

y afirmado, estudio hidrológico, estudio y construcción de cunetas no revestidas en los tramos en afirmado, e instalación de defensas metálicas y estudio de suelos.

- El total de la vía no se encuentra dentro del POT (Plan de Ordenamiento Territorial), solo un tramo de la vía (La María – Tobia, desde: 5° 4'41.08"N - 74°26'48.49"W, hasta: 5° 6'7.52"N - 74°26'57.61"W), con longitud de 3 kilómetros, se encuentra dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un Nuevo País” y el Plan Departamental de Desarrollo 2016-2020 “Unidos Podemos Más”, bajo el programa “Vía a la Competitividad; Subprograma; Infraestructura Logística y de Transporte”. El Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca, se encuentra en proceso de selección, para el mejoramiento y rehabilitación de la vía.


 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

RECOMENDACIONES.

- Plantear un mantenimiento periódico preventivo, por parte del ente gubernamental en cargado de la vía, para las estructuras que conforman las obras de arte en la vía, para mantener un buen funcionamiento de los drenajes transversales y longitudinales.
- Identificación de daños y rehabilitación en las superficies de pavimento flexible y afirmado.
- Realizar un nuevo diseño geométrico de la vía, ya que en algunos casos no se cumple con los parámetros mínimos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de INVIAS, principalmente, la entre tangencia para curvas de igual o diferente sentido.
- Instalaciones de señales de tránsito verticales en la totalidad de la vía y realizar un mantenimiento periódico preventivo de estas.
- Un estudio hidrológico detallado, ya que la vía, cuenta en su costado izquierdo en sentido Sur – Norte, con un afluente importante, que es el Rio Negro y en algunas zonas está generando erosión, provocando deterioro a la estructura de la vía.
- Implementación de señales de tránsito horizontales en la zona de pavimento flexible.
- Identificación y estabilidad de taludes, ya que se encontraron algunos derrumbes por la inestabilidad de la montaña.
- Construcción de cunetas no revestidas en la zona de afirmado.
- Si en un futuro se decide pavimentar la vía en estudio, la cual se encuentra en la categoría terciaria, se debe cumplir los parámetros geométricos establecidos para vías secundarias.
- Para realizar un adecuado diagnóstico, se recomienda dividir la vía en diferentes secciones, para identificar detalladamente, su estado y puntos


 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	---------------------------

críticos, para plantear posibles soluciones, que aporte al mejoramiento de la vía.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO	DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.	FECHA: 2020
---	--	--------------------

REFERENCIAS.

1. **GUZMÁN, DAVID ARANGO.** TOBIA: AVENTURA Y DESAFÍO A LOS NERVIOS. *EL TIEMPO*. 15 DE ENERO DE 2014.
2. **GRISALES, JAMES CARDENAS.** *DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS*. BOGOTA : ECOE EDICIONES, 2013. 978-958-648-859-4.
3. **INVIAS.** *MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRTERAS*. BOGOTA : S.N., 2008.
4. **EXTREME., KUNTURMARQA.** KUNTURMARQA EXTREME. [EN LÍNEA] 29 DE JUNIO DE 2019. [CITADO EL: 2019 DE 10 DE 30.]
[HTTPS://KUNTURMARQAEXTREME.COM/2019/06/29/LA-VERDADERA-HISTORIA-DE-TOBIA-LA-HIJA-DE-NADIE-Y-LA-HIJA-DE-TODOS-ENTRE-LA-INDUSTRIA-PANELERA-Y-LOS-DEPORTES-EXTREMOS/#LOS_PRIMEROS_AUTOMOVILES](https://kunturmarqaextreme.com/2019/06/29/LA-VERDADERA-HISTORIA-DE-TOBIA-LA-HIJA-DE-NADIE-Y-LA-HIJA-DE-TODOS-ENTRE-LA-INDUSTRIA-PANELERA-Y-LOS-DEPORTES-EXTREMOS/#LOS_PRIMEROS_AUTOMOVILES).
5. **GAITÁN, SANTIAGO.** *RECUPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE TOBIA Y SU SECTOR LA MILAGROSA, EN BENEFICIO DEL DESARROLLO PANELERO Y TURISTICO DE LA*. BOGOTA : S.N., 2018.
6. **MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO.** *PLAN DE DESARROLLO TURISTICO DE CUNDINAMARCA*. CUNDINAMARCA. 2012. PÁG. 340.
7. **MINTRASPORTE, MINISTERIO DE TRANSPORTE.** *PLAN VIAL REGIONAL*. BOGOTA : S.N. PÁG. 2.
8. **ESPAÑA, CAROLINA.** *VIAS Terciarias, Motor de Desarrollo y Competitividad. LA REPUBLICA*. 2017.
9. **CUNDINAMARCA, GOBERNACION DE.** *PLAN DE DESARROLLO CUNDINAMARCA 2016-2020*. BOGOTA : S.N., 2016.
10. **ALCALDIA MUNICIPAL DE NIMAIMA.** *PLAN DE DESARROLLO*. NIMAIMA : S.N., 2016. PÁG. 57.
11. **DANE, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA.** *CENSO POBLACIONAL*. 2018.
12. **MORENO, JOSUE ORTIZ.** *PROGRAMA DE GOBIERNO ALCALDE 2012-2015 “JUNTOS POR LA UNIDAD Y EL DESARROLLO DE NIMAIMA”*. CUNDINAMARCA. NIMAIMA : S.N., 2012.
13. **DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN SUBDIRECCIÓN TERRITORIAL Y DE INVERSIONES PÚBLICAS.** *MEJORAMIENTO DE VIAS Terciarias-Vias de Tercer Orden*. BOGOTÁ : S.N., 2018.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

14. **CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRASPORTATION.** *HIGHWAY DESING MANUAL.* SACRAMENTO, CALIFORNIA : S.N., 2018.

15. **AMERICAN ASSOCIATION OR STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS.** *A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS.* FOURTH EDITION. WASHINGTON.D.C : S.N., 2001. 1-56051-156-7.

16. **NEW YORK DEPARTAMENT OF TRANSPORTATION.** *HIGHWAY DESIGN MANUAL.* NEW YORK : S.N., 2018.

17. **TEXAS DEPARTAMENT OF TRANSPORTATION.** *ROADWAY DESIGN MANUAL.* 2014. PÁGS. 2-26.

18. **RAE, REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.** 2019.

19. **CAL Y MAYOR R, CARDENAS G.** *INGENIERÍA DE TRÁNSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIONES.* OCTAVA EDICIÓN. CIUDAD DE MEXICO : ALFAOMEGA, 2007. 978-970-15-1238-8.

20. **COLOMBIANA., TIERRA.** *MUNICIPOS DE CUNDINAMARCA.* 2017.

21. **MINISTERIO DE TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.** *MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.* BOGOTA : S.N., 2007.

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA COORDINACIÓN TRABAJO DE GRADO</p>	<p>DIAGNÓSTICO DE LA VÍA Terciaria que conecta a la vía principal Villeta-La Vega con el Corregimiento de Tobia perteneciente al Municipio de Nimaima localizado en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.</p>	<p>FECHA: 2020</p>
---	--	--------------------

ANEXOS

- Anexo 1 (diseño horizontal y vertical existente, análisis de tránsito, consulta predial y categorización vial).
- Anexo 2 (formatos de diagnóstico detallado de obras de arte, hidrología y estado de la vía).
- Anexo 3 (evidencia fotográfica de obras de arte, hidrología, señales de tránsito, estado de la vía y aforo vehicular).
- Anexo 4 (planos de planimetría, altimetría, eje de la vía y radios).
- Anexo 5 (solicitud de información los entes gubernamentales correspondientes).